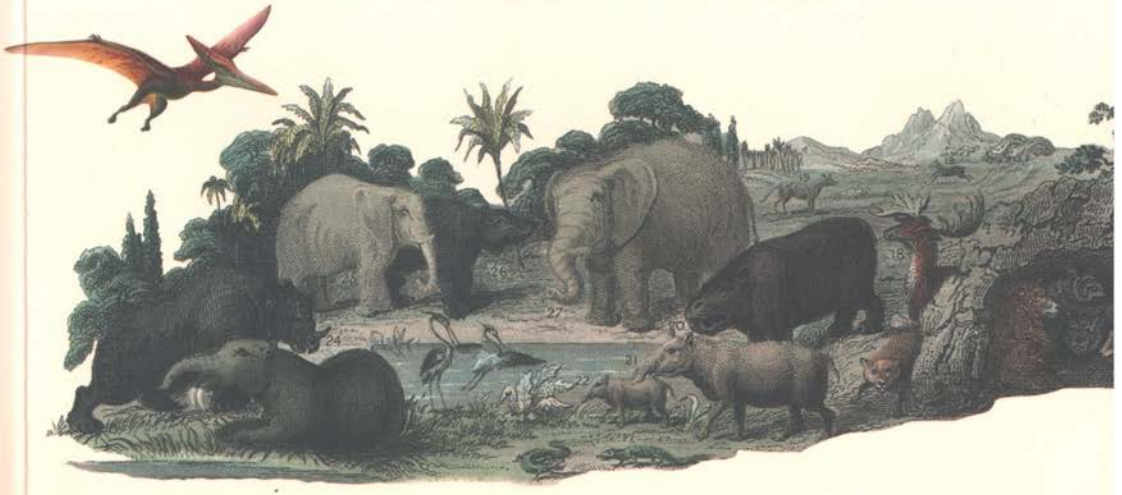
Dinozorların Yükselişi ve Çöküşü'nün Yazarından

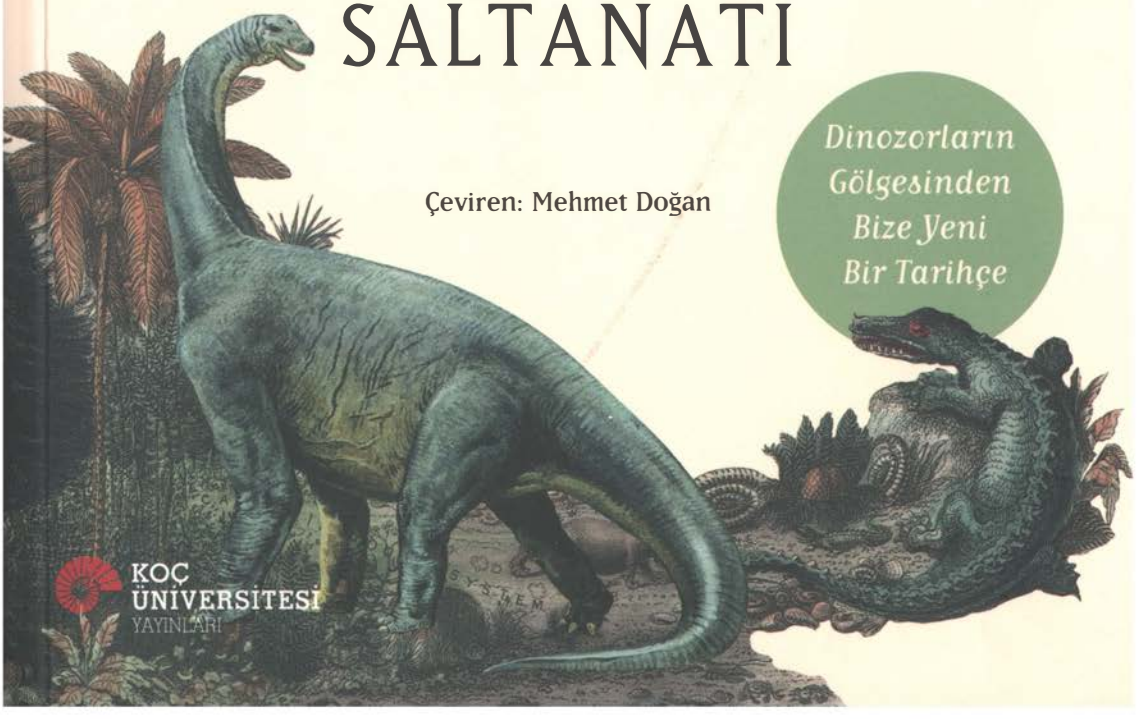
STEVE BRUSATTE



MEMELİLERİN YÜKSELİŞİ *ve* SALTANATI

Çeviren: Mehmet Doğan

Dinozorların Gölgesinden Bize Yeni Bir Tarihçe



KOÇ ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI



MEMELİLERİN YÜKSELİŞİ *ve* SALTANATI

Dış görünüşümüz neden böyle? Neden bu şekilde büyüyoruz? Neden sırt ağrısı çekiyoruz? Dişçilere neden kucak dolusu para veriyoruz? Neden Dünya hakkında kafa yorabiliyoruz ve bu düşünceler bizi neden duygulandırıyor?

Her şey 325 milyon yıl önce, ufak tefek, pullu yaratıkların bir fırtınada yaşam alanlarından öteye savrulmasıyla başladı. Felaketlerin ve tehlikelerin şekil verdiği vücutları kimi zaman koşucular, kazıcılar, kimi zaman uçucular, yüzücüler çıkardı. Fare boyutunda filler, yürüyen balinalar, dev armadillolar, Amerika savanasında koşturan develer, gergedanlar ve daha niceleri...

Dinozorların dev ayakları altında ezilmeden, küresel ısınma dalgalarında kavrulmadan, gerektiğinde sal üzerinde okyanusları aşan, buzullara, çöllere göğüs geren, tam üç kitlesel yokoluş atlatan, yok oldukça küllerinden doğan bu hayvanlarla ne kadar gurur duysak az. Çünkü onların tarihi, bizim tarihimizdir. Bizlerin, yani memelilerin.

Paleontolojinin dinamik ismi Steve Brusatte, kıtalar ayrılıp birleşirken iklimlerin cehennemî sıcaklardan buzul evrelere savrulduğu bu dünyada egemenliklerin geçici, yokoluşun kaçınılmaz, uyum gücününse tek çözüm olduğunu gösteriyor. Tuhaf atalarımızın hikâyesi, evrimin kocaman beyinli kitap okurlarına dönüştürdüğü bizlere, bu dayanıklılık destanını sürdürmenin tek bir yolu olduğunu da fısıldıyor: Gezegenle işbirliği!

ABD'li paleontolog **Steve Brusatte**, dinozorların evrimi alanındaki çalışmalarına Edinburgh Üniversitesi'nde devam ediyor.

THG
0293486
VZU

kuyayinlari
kocuniversitesiyayinlari
press.ku.edu.tr

ISBN 978-625-6230-10-1

KOÇ ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI

KDV'den muaftır.

YAZAR

Steve Brusatte araştırmalarını Edinburgh Üniversitesi'nde omurgalı palentolojisi ve evrim biyolojisi alanında sürdürüyor. 150'yi aşkın bilimsel makalesi ve yayımlanmış altı kitabı bulunan Steve Brusatte, şimdiye kadar 20 yeni fosil tür tanımladı. Bilimsel çalışmalarının yanı sıra 2022 yapımı *Jurassic World: Dominion* filminin ve BBC'nin *Walking With Dinosaurs* projesinin paleontoloji danışmanlığını da üstlenen Brusatte'nin genel okura yönelik yazıları *New York Times*, *Washington Post*, *Time Magazine*, *New Scientist*, *Scientific American* ve *BBC Focus*'ta sık sık yer alıyor. Yazarın Koç Üniversitesi Yayınları'ndan yayınlanan iki kitabı bulunmaktadır: *Dinozorların Yükselişi ve Çöküşü: Kayıp Dünyanın Yeni Bir Tarihçesi* (2. Baskı, 2023) ile *Dinozorlar Çağı: Dünyanın En Çarpıcı Hayvanlarının Yükselişi ve Çöküşü* (2023).

ÇEVİRMEN

Mehmet Doğan ODTÜ Biyoloji Bölümü mezunu. NYU Biyoloji Bölümünde yüksek lisans yaptı. 2007'den beri serbest çevirmenlik yapıyor.

Koç Üniversitesi Yayınları: 331

Memelilerin Yükselişi ve Saltanatı: Dinozorların Gölgesinden Bize Yeni Bir Tarihçe
Steve Brusatte

İngilizceden çeviren: Mehmet Doğan
Yayına hazırlayan: Nıvart Taşçı
Kapak tasarımı: Füsun Turcan Elmasoğlu
Kapak resmi: *The antediluvian world* (John Emslie, 1849)
Kitap tasarımı: Onur Öztürk
Dizin: Nıvart Taşçı

The Rise and Reign of the Mammals: A New History, from the Shadow of the Dinosaurs to Us
© Stephen (Steve) Brusatte 2022
Published by arrangement with Aevitas Creative Management via AnatoliaLit Agency.
1. Baskı: İstanbul, Ağustos 2024

Bu kitabın yazarı, eserin kendi orijinal yaratımı olduğunu ve eserde dile getirilen tüm görüşlerin kendisine ait olduğunu, bunlardan dolayı kendisinden başka kimsenin sorumlu tutulamayacağını; eserde üçüncü şahısların haklarını ihlal edebilecek kısımlar olmadığını kabul eder.

Baskı: Sena Ofset — Sertifika no: 45030
Yakuplu Mh. 194. Sk. Blok No: 1 İç Kapı No: 465, Beylikdüzü/İstanbul — +90 212 613 3846

Koç Üniversitesi Yayınları — Sertifika no: 73024
UNVEST A.Ş. Koç Üniversitesi Merkez Kampüs, Sarıyer/İstanbul — +90 212 338 1000
kup@ku.edu.tr • www.press.ku.edu.tr

Koç University Suna Kıraç Library Cataloging-in-Publication Data

Brusatte, Steve

Memelilerin yükselişi ve saltanatı: dinozorların gölgesinden bize yeni bir tarihçe = The rise and reign of the mammals: a new history, from the shadow of the dinosaurs to us / Steve Brusatte ; çeviren Mehmet Doğan ; yayına hazırlayan Nıvart Taşçı. -- İstanbul : Koç Üniversitesi Yayınları, Ağustos 2024.

416 pages ; 15,5 x 23 cm.-- Koç Üniversitesi Yayınları ; 331

ISBN 978-625-6230-10-1

1. Mammals. 2. Mammals, Fossil. 3. Mammals—Evolution. I. Doğan, Mehmet. II. Taşçı, Nıvart. III.Title.

QL703 .B7820 2024

Memelilerin Yükselişi ve Saltanatı

Dinozorların Gölgesinden Bize Yeni Bir Tarihçe

STEVE BRUSATTE

Todd Marshall ve Sarah Shelley'nin çizimleriyle

İngilizceden çeviren: Mehmet Doğan

KOÇ ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI

En sevdiğim minik memeli Anthony için

İçindekiler

Memelilerin Zaman Cetveli 6

Memeli Aile Ağacı 7

Zamana Yayılmış Dünya Haritaları 8

SUNUŞ 11
Memeli Ailemiz

BİRİNCİ BÖLÜM 19
Memeli Ataları

İKİNCİ BÖLÜM 47
Memeli İmalatı

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM 77
Memeliler ve Dinozorlar

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM 105
Memeli Devrimi

BEŞİNCİ BÖLÜM 137
Dinozorlar Ölüyor, Memeliler Hayatta Kalıyor

ALTINCI BÖLÜM 165
Memeliler Modernleşiyor

YEDİNCİ BÖLÜM 199
Aşırı Uç Memeliler

SEKİZİNCİ BÖLÜM 235
Memeliler ve Değişen İklimler

DOKUZUNCU BÖLÜM 265
Buzul Çağı Memelileri

ONUNCU BÖLÜM 293
İnsan Memeliler

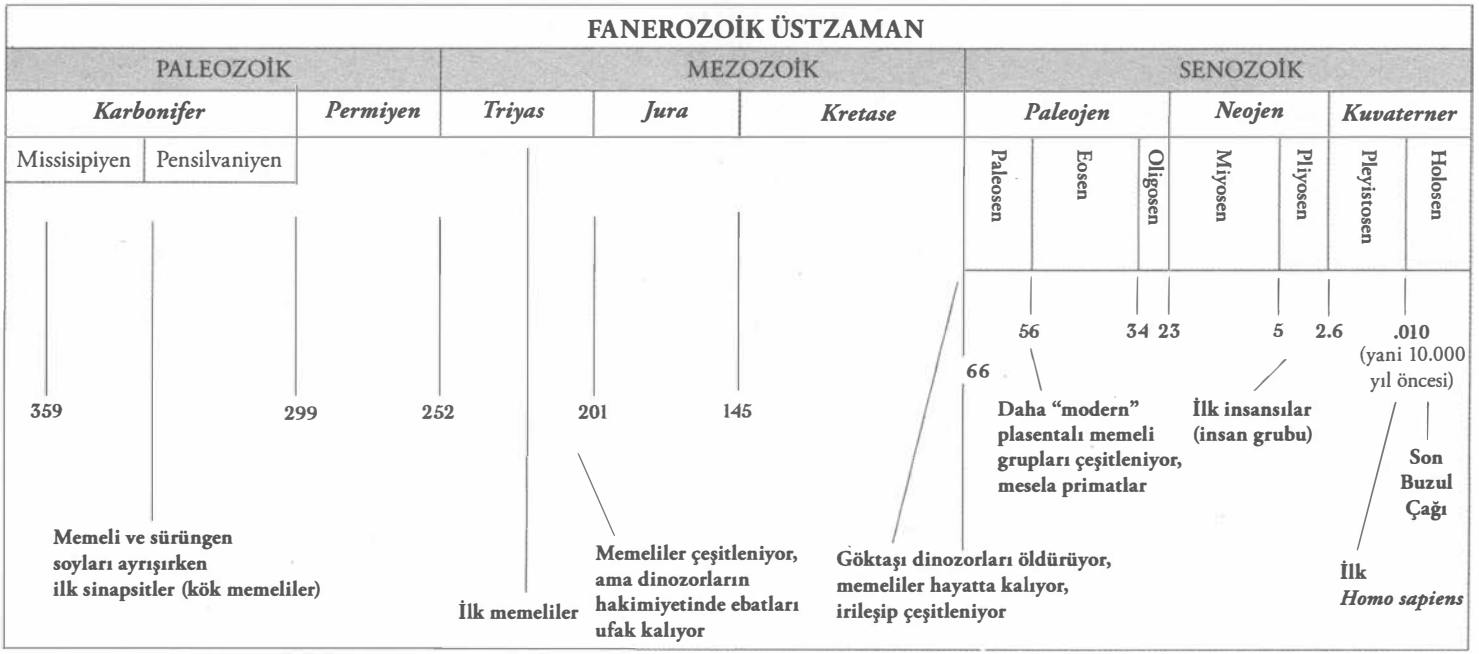
SONSÖZ 325
Geleceğin Memelileri

Kaynaklar Üstüne Notlar 331

Teşekkür 397

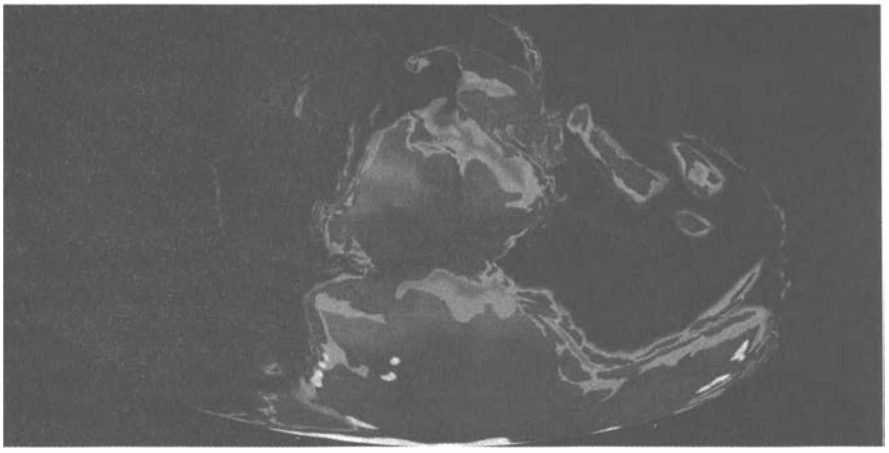
Dizin 401

MEMELİLERİN ZAMAN CETVELİ

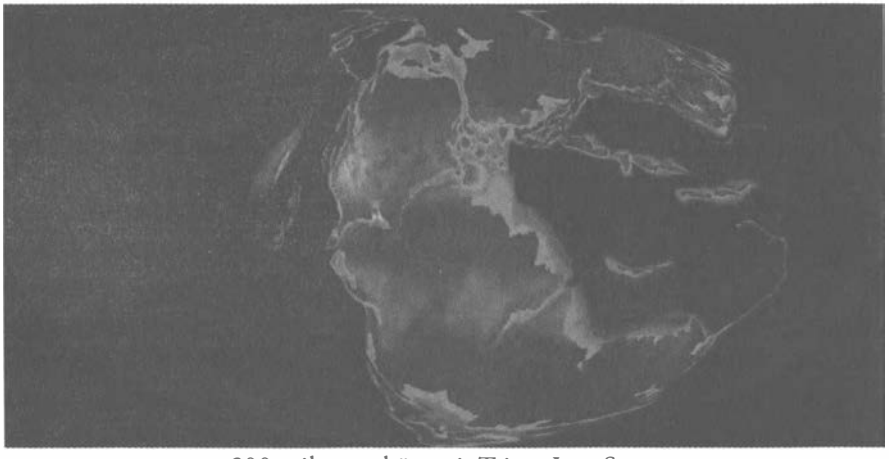


MEMELİ AİLE AĞACI

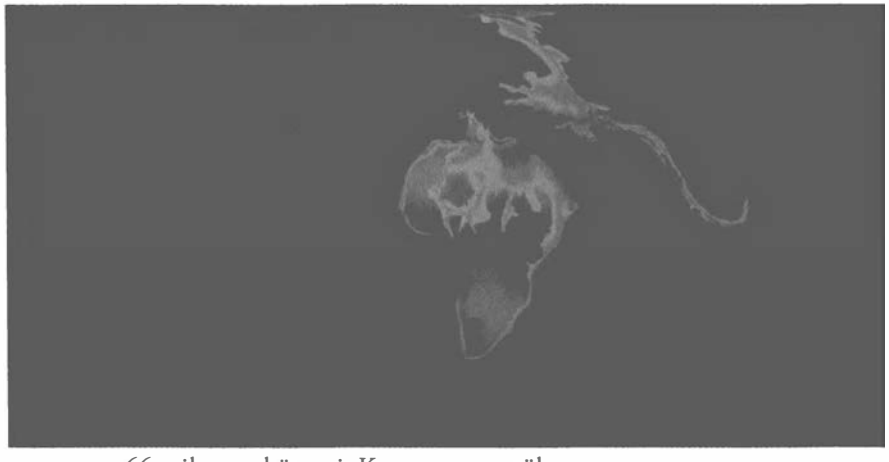
ZAMANA YAYILMIŞ DÜNYA HARİTALARI



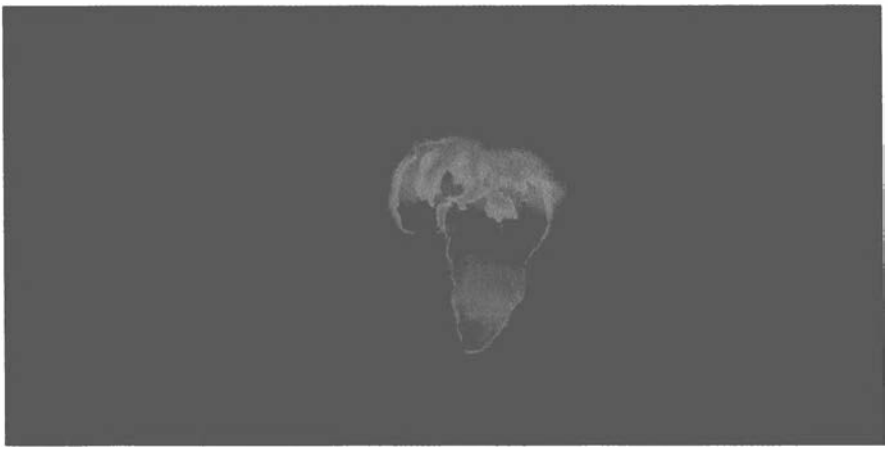
320 milyon yıl öncesi, Karbonifer (Pensilvaniyen)



200 milyon yıl öncesi, Triyas-Jura Sınırı



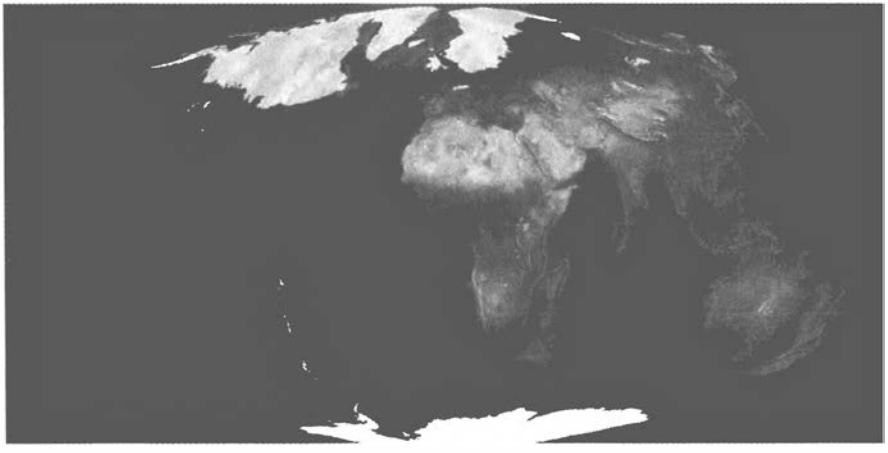
66 milyon yıl öncesi, Kretase sonu, göktaşı çarpması zamanı



50 milyon yıl öncesi, Eosen



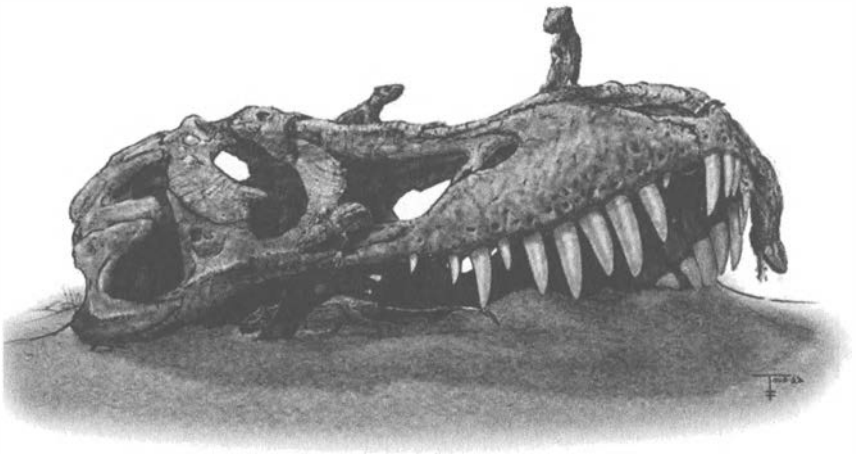
20 milyon yıl öncesi, Miyosen



21.000 yıl öncesi, Buzul Çağı'nın son ilerleyişi

SUNUŞ

MEMELİ AİLEMİZ



Güneş yıllardır ilk kez karanlığı delip geçmişti. Hâlâ bir parça duman gri bulutlardan esintiyle geliyor, bulutların gölgesi yere vuruyordu. Aşağıda toprak harabeye dönmüştü. Batakla, çamurla kaplıydı. Yeşillikten de herhangi bir renkten de yoksun çorak bir araziydi. Rüzgâra asılı sessizliği yalnızca ırmağın çırpıntısı yırtıyordu. Çalı çırpı, taşlar, çürüme kalıntıları yüzünden ırmak akıntısı tıkanmıştı.

Kıyıda bir hayvanın iskeleti yatıyor. Eti de sinirleri de uzun süre önce eriyip gitmiş, kemikleri ise küflü bej rengine dönmüş. Çenesi çığlık atıyormuşçasına açık kalmış, dişleri dökülmüş, yüzünün önüne saçılmış. Dişlerin her biri muz boyutunda. Kenarları bıçak kadar keskin. Bu canavar, kendi zamanında avının uzuvlarını koparıp kemiklerini parçalarken bu cinayet silahlarını kullanırdı.

Bir zamanlar *Tyrannosaurus rex*'ti, yani tiran kertenkele, Dinozorlar Kralı, kıtanın diktatörü. Artık bu koca canlı türünün tek bir üyesi bile hayatta değil. Aslında geride pek birşey kalmış gibi görünmüyor.

Sonra, birden, devin içinden bir yerden, yumuşak bir ses geliyor. Diş takırdaması, pıtı pıtı adımlar işitiliyor. Bir çift *T. rex* kaburgası arasından minik bir burun ileri uzanıyor. Duraksıyor. Sanki daha ileri gitmekten korkuyor. Bıyıkları titreşiyor. Tehlike var mı diye yokluyor, ama, tehlike saptamıyor.

Saklanma yerinden çıkma vakti. Yukarı, ışığa doğru sıçrıyor, kemiklerin üstünde koşturuyor.

Vücudu kürkle kaplı, gözleri pörtlek, ağız kısmında dağ zirvelerini andıran dişler dizili, kuyruğu kamçı misali. Bu yaratık, *T. rex*'ten o kadar farklı ki.

Bir an duruyor, boynundaki tüyleri kaşıyor, kulaklarını havaya dikiyor, dört nala ileri atılıyor. Elleri ve ayakları, bedeninin altında zemine sağlam basıyor. Belli bir amaçla hızlı hareket ediyor. Kaburgadan yukarı tırmanıyor, omurgayı aşıyor, dinozorun kafatasının üstüne çıkıyor.

Kafanın yan tarafında, bir zamanlar *T. rex*'in cinai gözlerle *Triceratops* dikizlediği yerde bu kürk yumağı duraksıyor. Leşin göğüs kafesi doğrultusunda geriye bakıyor, tiz bir ciyaklama sesi çıkarıyor. Hayvanın içinden bir düzine ufak kürk yumağı beliriyor. Annelerine doğru atılıyorlar. Göbeğine tutunuyorlar. Yer üstünde geçirdikleri ilk dakikalarda kahvaltı niyetine lıkır lıkır süt içiyorlar.

Anne, yavrularını emzirirken, güneş ışığına gözlerini dikiyor. Artık dünya kendisine ve ailesine ait. Dinozorlar Çağı sona erdi. Göktaşının yol açtığı alev alev yıkım ve uzun, karanlık, küresel nükleer kış yüzünden dinozorların sonu geldi. Şimdi Dünya iyileşiyordu. Memeliler Çağı başlamıştı.

***

Aşağı yukarı 66 milyon yıl sonra aynı mevkide başka bir memeli duruyor, kazmasını sallıyor. Sarah Shelley, İskoçya'nın Edinburgh Üniversitesi'nde paleontolog olarak çalışmaya başlayışımın ardından ilk doktora öğrencim oldu. New Mexico'daydık. Fosil avına çıkmıştık. Kemik, diş, iskelet arıyorduk. Memelilerin göktaşını nasıl sağ salim atlattığını, nasıl olup da dinozorlardan daha uzun süre dayandıklarını, dünyaya hakim olmalarını, günümüzde bildiğimiz, sevdiğimiz, bazen de korktuğumuz kürklü hayvanlara dönüşmelerini anlamamıza yardımcı olacaklarını umuyorduk.

Memeliler gezegen üzerindeki en karizmatik, en sevilen canlılardır; aman sürüngenlere, kuşlara, memeli harici en az sekiz milyon hayvan türüne saygısızlık olmasın. Belki de sebep, memelilerin düpedüz şirin ve kabarık tüylü olmasıdır, ama, bana kalırsa bunun asıl kaynağı kısmen, derinlerde bir yerde onlarla kendimizi özdeşleştirebilmemiz, onların şahsında kendimizi görmemizdir. David Attenborough'nun ahenkli sesi olayı anlatırken, çitalar ceylanları kovalıyor. Bir doğa dergisinin kapağında, yavrularıyla oyun oynayan anne samuru görüyoruz. Fillerin ve su aygırlarının aşkına her çocuk, anne babasına, hayvanat bahçesine gidelim diye tutturur. Nesli tükenme tehlikesi altına girmiş pandalar, gergedanlar gönül telimizi titretirken, başka türlü hayır işi ricaları tepemizi attırabilir. Tilkiler, sincaplar şehirlerimize göğüs gerer, geyikler banliyölerimize sarkar. Balinaların basketbol sahasından uzun bedenleriyle dipsiz çukurdan yüzeye çıkıp hava



Sarah Shelley ve ben. New Mexico'dayız. Dinozorların yokoluşunun kısa süre ardından yaşamış memelilerin dişlerini topluyoruz. (fotoğraf Tom Williamson'a aittir)

deliklerinden püskürttükleri fıskiye gökyüzünde birkaç kat yüksekliğe çıkar. Vampir yarasalar bildiğiniz kan içer, aslanlar ve kaplanlar tüylerimizi diken diken eder. İster kedigil ister köpekgil olsun, sevimli evcil hayvanlarımızın egzotik çeşitleri vardır. Pek çoğumuz için memeliler gıda yerine de geçer; et burgerler, domuz sosisleri, kuzu eti. Elbette kendimizi unutmayalım. Ayıyla ya da fareyle aynı şekilde biz de memeliyiz.

New Mexico'da öğleden sonra. Oklukirpinin teki kavak ağacı kuytusunda gölgeye sığınmış. Uzakta çayır köpekleri cıvıldıyor. Sarah kazmasını savuruyor. Taşa inen her darbe, kükürt kokulu çürük bir pusu havaya saçıyor. Her seferinde tozun yere çökmesini bekliyor. Acaba topraktan dışarı ilginç bir şey çıktı mı diye bakıyor. En az bir saat boyunca kazma darbeleriyle sadece taş açığa çıkıyor. Derken bir vuruşun ardından, farklı dokuya, farklı renge sahip bir şekil kendini gösteriyor. Sarah çömelip yakından bakıyor. Ardından öyle gürültülü, öyle mutlu bir zafer narası atıyor ki burada nakletmem mümkün değil.

Sarah fosil buluyor. Öğrenciliğindeki ilk büyük keşif.

Ödülünü görmek için aceleyle yanına varıyorum. Elime bir çene tutuşturuyor. Alt ve üst çeneler ucundan kaynaşmış. Dişler alçıtaşıyla kaplı. Çöl güneşinde ışıldıyorlar. Ön kısmın yakınında keskin köpekdişlerini, arka tarafta kocaman, öğütücü azıdişlerini görebiliyorum. Memeli! Üstelik alelade bir memeli değil. Dinozorların tahtına oturduğu varsayılan hayvan.

Sarah'yla el çakışıyoruz, iş başına dönüyoruz.

Sarah'nın bulduğu çene, *Pantolambda* adlı bir canlı türüne ait. Shetland midillisi boyutunda iri bir hayvandı. Dinozorların yokoluşunun anca birkaç milyon yıl sonrasında yaşadı. Kurmaca ama gerçekçi öykümdeki o ufak tefek annenin, *T. rex* göğüs kafesinden dışarı sürünmesinin nesiller sonrasında. *Pantolambda*, bir *T. rex* ya da *Brontosaurus* görmüş herhangi bir memeliye kıyasla şimdiden fevkalede cüsseliydi. Porsuktan iri olmayan o uysal canlıların bazıları göktaşını sağ salim atlatmıştı. Ufak tefek olmaları ve uyum sağlayabilmeleri sayesinde başarmışlardı. Aniden kendilerini dinozorsuz bir dünyada buldular. Ebatları büyüdü, göç ettiler, çeşitlendiler, kısa süre içinde karmaşık ekosistemler kurmaya koyuldular, 100 milyon yılı aşkın süre boyunca dünyada hakimiyet kurmuş olan dinozorların yerini aldılar.

Bulduğumuz *Pantolambda* ormanda, bataklık kenarında yaşıyordu (içine gömülü olduğu kayanın berbat kokmasının sebebi buydu). Bu ortamın en iri otçuluydu. Yapraklardan ve baklagil tanelerinden oluşan öğle yemeğini yedikten sonra, serinletici sularda yürürdü. Bir dolu başka memeliyi işitir ya da görürdü. Başının üstünde kedi yavrusu boyutunda akrobatlar, kavrayıcı elleriyle daldan dala atlardı. Bataklığın kenarında canavar yüzlü melez köpekler çamuru eşeler,

pençeleriyle besleyici kökler ve yumru kökler ararlardı. Ormanın yer yer ağaçlıklı kısımlarında zarif balerinler toynaklı ayaklarıyla çayırda koştururdu. Bu esnada, yaşı Paleosen çağına uzanan bu ormanın kalın tropikal altı bitkileri arasında saklı canavarlar vardı: Et doğrayan dişleriyle, tıknaz köpek misali vücutlarıyla zirve yırtıcılar.

Dinozorların ölümü sayesinde bu memeliler yükselişe geçti (eski New Mexico'da ve bütün dünyada). Fakat, memelilerin tarihi çok daha eskidir. Onlar, daha doğrusu bizler demeliyim, aslında dinozorlarla yaklaşık aynı dönemde dünyaya geldik. 200 milyon yılı aşkın süre önce, tüm karaların tek süperkıta olarak birleştiği, engin çöllerin bu kıtayı yakıp kavurduğu dönemde. O ilk memelilerin mirası bundan da eskiydi. İzleri yaklaşık 325 milyon öncesine, kömür bataklıklarının nemli diyarına uzanıyor. Atasal memeli soyu, büyük aile ağacında sürüngen soyundan bu dönemde ayrıldı. Bu geniş jeolojik zaman dilimlerinde memeliler alameti farikaları olan özellikleri geliştirdi: kıllar, güçlü koku ve işitme duyuları, iri beyin, keskin zekâ, hızlı büyüme, sıcakkanlı metabolizması, farklılaşmış diş dizilimi (köpekdişleri, kesicidişler, küçük azıdişleri, büyük azıdişleri), annelerin bebeklerini sütle beslemesini sağlayan meme bezleri.

Bu uzun ve zengin evrimsel geçmişten, günümüzün memelileri doğdu. Tam şu an dünyamızı paylaşan altı bini aşkın memeli türü var. Gelmiş geçmiş milyonlarca canlı türü arasında en yakın akrabalarımız. Bugünün memelileri üç gruptan birine mensuptur: ornitorenk gibi yumurtlayan tekdelikli hayvanlar, minnacık yavrularını keselerinde büyüten kanguru, koala gibi keseliler, bizler gibi gelişkin yavrular doğuran plasentalılar. Gerçi bu üç memeli tipi, bir zamanlar yemyeşil olan, ancak zamanın ve kitlesel yokoluşların budamasına uğrayan aile ağacının arta kalmış birkaç grubudur sadece.

Geçmişin çeşitli noktalarında, sürüyle kılıçdişli etçil (sırf ünlü kaplanlar değil, aynı zamanda köpekdişlerini mızrak gibi kullanan keseli hayvanlar da), ulu kurtlar (*Canis dirus*), dev tüylü filler, saçmasapan irilikte boynuzlara sahip geyikler vardı. Müthiş iri gergedanlar yaşıyordu. Bunlar boynuzdan yoksundu, ama, uzun boyunları sayesinde, neredeyse yirmi tonluk vücutlarını beslemek için ağaç tepelerindeki yapraklara erişebiliyorlardı. Karada yaşamış en iri kıllı hayvan rekorunu elinde tutan, *Brontosaurus*'un taklitçisi memelilerdi bunlar. Bu memeli fosillerin pek çoğuna aşinayız: Zira bunlar, saygın doğa tarihi müzelerinde sergilenen tarihöncesi ikonları, animasyon filmlerinin yıldızlarıdır.

Fakat, soyu tükenmiş kimi memeliler, pop kültür yıldızlığına asla ulaşamamış olsalar da, bunlardan bile büyüleyicidir: bir zamanlar dinozorların başı üstünde süzülen ufacık memeliler, dinozor yavrularını kahvaltı niyetine mideye indirenler, Volkswagen boyutunda armadillolar, potaya smaç basacak kadar

uzun boylu tembelhayvanlar, doksan santim uzunluğunda koçbaşı benzeri boynuzlarıyla "gökgürültüsü hayvanları." Chalicothere denen tuhaf canlılar, çarpık bir at-goril melezi gibi görünüyordu. Yumrukları üstüne bastırarak yürür, ileri uzattıkları pençeleriyle ağaç dallarını aşağı çekerlerdi. Güney Amerika, Kuzey Amerika'ya yanaşmadan önce, on milyonlarca yıl boyunca bir adaydı. Bir dolu tuhaf toynaklı hayvana ev sahipliği yapıyordu. Bu türlerin anatomik özelliklerinin Frankensteinvari karışımı, Darwin'i afallatmıştır. Üstelik bu toynaklıların başka memelilerle asıl ilişkisi, antik DNA'nın bulunduğu sarsıcı keşifler sayesinde kısa süre önce gün yüzüne çıktı. Filler bir zamanlar minyatür fino köpeği boyutundaydı, Amerikan savanalarında develer, atlar, gergedanlar dört nala koşardı, balinaların bacakları vardı, yürüyebiliyorlardı.

Açıkçası, memelilerin tarihi, günümüzde görebildiğimiz memelilerden çok daha büyüktür. İnsan olarak kendi kökenimizin ve son birkaç milyon yıldaki göçlerimizin hayli ötesine uzanır. Az önce bahsettiğim tüm fantastik memelilerle bu sayfalarda tanışacaksınız.

Bilim kariyerime dinozorları araştırarak başladım. ABD'nin ortabatı kesiminde büyürken, beni en çok büyüleyen hayvan, *T. rex*'ti. Üniversiteye gittim, doktora yaptım, kendime dinozor uzmanı olarak bir yer açtım. Birkaç yıl önce, *Dinozorların Yükselişi ve Çöküşü* adlı kitabımda, mütevazı kökenlerinden yokoluşlarına kadar dinozor evriminin öyküsünü anlattım. Dinozorları her zaman seveceğim, onları araştırmayı sürdüreceğim. Fakat, Edinburgh'a taşındığımdan ve profesör olduğumdan beri dinozorlardan uzaklaşmaya başladım. Belki de mantıklıdır: Dinozor yokoluşunu araştırdığıma göre, şimdi sıra sonrasında olup bitene kafayı takmaktı. Ben de kafayı memelilere taktım.

Zaman zaman insanlar bana neden diye soruyor. Pek çok çocuk, büyüdüğünde topraktan dinozor çıkarmayı hayal eder. Başka bir şey yapmak neden? Peki neden memeliler? Yanıtım basit: Dinozorlar harika, ama biz dinozor değiliz. Memelilerin tarihi *bizim* tarihimizdir. Doğamızın derinliklerini ancak atalarımızı araştırarak anlayabiliriz. Dış görünüşümüz neden böyle, neden böyle büyüyoruz, çocuklarımızı neden böyle yetiştiriyoruz, neden sırt ağrısı çekiyoruz, dişimiz çatlayacak olursa neden onca para döktüğümüz diş bakımına ihtiyaç duyuyoruz, neden dünya hakkında kafa yorabiliyoruz ve bu düşünceler bizi neden duygulandırıyor?

Bu kadarı yetmezse, şunu da göz önünde bulundurun. Bazı dinozorlar devasaydı, Boeing 737 uçakları kadar büyüklerdi. En iri memeliler (mavi balinalar ve soydaşları) bundan bile iridir. Memelilerin soyunun tükendiği bir dünya hayal edin. Elimizde yalnızca fosil kemikler kalmış olsun. Hiç şüphesiz dinozorlar kadar ünlü, ikonik olurlardı.

Memelilerin geçmişi hakkında daha fazlasını nefes kesen bir hızla öğreniyoruz. Eskisine kıyasla daha fazla memeli fosili bulunuyor. Bir dizi teknolojiyle bu fosilleri araştırabiliriz: BT (bilgisayarlı tomografi) tarayıcıları, yüksek güçlü mikroskoplar, bilgisayar canlandırmalı yazılımlar. Amacımız, yaşayan, nefes alan, hareket eden, beslenen, üreyen, evrimleşen hayvanlar olarak neye benzediklerini gün yüzüne çıkarmak. Bazı memeli fosillerinden DNA bile elde edebiliriz, mesela Darwin'in aklını başından almış o tuhaf Güney Amerika memelilerinden. DNA, tıpkı babalık testi gibi, bu fosillerin modern türlerle ne şekilde ilişkili olduklarını gösterebilir. Memeli paleontolojisi alanını Victoria Dönemi erkekleri kurdu, ama, günümüzde çeşitliliği ve uluslararasılığı giderek artıyor. Memeli araştırmaları sahasına geçmemi (benim gibi bir dinozor meraklısını) hoş karşılayan akıl hocalarım olduğu için ayrıcalıklıyım. Şimdi de en büyük mutluluğum, Sarah Shelley (bu sayfaları onun çizimleri süslüyor!) ve keşifleriyle memeli tarihini yazmaya devam edecek pek çok harika öğrenci dahil gelecek nesle akıl hocalığı yapmak olacak.

Elinizdeki kitapta, bildiğimiz kadarıyla memeli evriminin öyküsünü anlatacağım. Kitabın kabaca ilk yarısı, memeli soyunun baştaki aşamalarını kapsıyor: sürüngenlerden ayrıldıkları dönemden dinozorların yokoluşuna kadar. Memeliler, tipik özelliklerinin (kıllar, meme bezleri, vesaire) neredeyse tamamını bu dönemde edindi. Kertenkele gibi görünen bir atadan memeli sayacağımız bir canlıya peyderpey bu dönemde dönüştüler. Kitabın ikinci kısmı, dinozorlar öldükten sonra olan biteni işliyor. Memeliler fırsatı nasıl değerlendirip baskın hale geldi, sürekli değişen iklimlere nasıl uyum sağladılar, kayan kıtaların sırtına nasıl bindiler, günümüzdeki inanılmaz tür çeşitliliğine nasıl ulaştılar: koşucular, kazıcılar, uçucular, yüzücüler, kocaman beyinli kitap okurları. Memelilerin öyküsünü anlatarak, fosil ipuçları aracılığıyla bu öyküyü nasıl derlediğimizi nakletmek, paleontolog olmanın nasıl bir his olduğunu size yaşatmak istiyorum. Sizi danışmanlarımla, öğrencilerimle, bana ilham vermiş kişilerle tanıştıracağım. Onların keşifleri, memelilerin tarihini yazmamı mümkün kılan kanıtları sağladı.

Kitap, takıntılı şekilde insanlara odaklanmıyor. Bunu yapan sürüyle kitap var. Gerçi insanın kökenine değineceğim: Primat öncüllerden nasıl türedik, iki bacak üzerinde nasıl dikildik, beynimizi nasıl genişlettik, pek çok erken dönem insan türüyle yan yana yaşadıktan sonra dünyaya nasıl yayıldık! Fakat, insana ayrılmış tek bir bölümle yetineceğim, atlardan, balinalardan, fillerden ne kadar bahsediyorsam insana da o kadar değineceğim. Nihayetinde, memeli evriminin pek çok şahane eserinden yalnızca biriyiz.

Fakat, biz insanların öyküsünün anlatılması gerekiyor, zira yalnızca pek çok memeli türünden biri olsak, memeli geçmişinin anca kısa bir kesitinde var olsak da, gezegeni bizden önceki memelilerle kıyaslanamaz ölçekte etkiliyoruz.

Şehirler kurma, ekinler yetiştirme, dünyayı karayollarıyla, uçuş rotalarıyla birbirine bağlama işlerindeki göz alıcı başarımız, en yakın soydaşlarımızı olumsuz etkiliyor. *Homo sapiens* ormandan çıkıp dünyaya yayıldığından beri 350'yi aşkın memelinin soyu tükendi. Üstelik pek çok tür bugün ciddi yokoluş tehlikesi altında (kaplanları, pandaları, siyah gergedanları, mavi balinaları düşünün). İşler bugünkü hızla devam ederse, tüm memelilerin yarısı tüylü mamutlarla ve kılıçdişli kaplanlarla aynı kadere boyun eğebilir: Bu da ölüp gitmek, ardında yalnızca eski görkemlerini hatırlatacak hayaletimsi fosiller bırakmak demektir.

Memeliler bir kavşak noktasında. Dinozorların canına okumuş olan göktaşını alt ettiklerinden (alt ettiğimizden) beri kendi tarihlerinin (tarihimizin) en kırılgan noktasındalar. Ne hikâye ama. Uzun evrim yolculuğunda, memeliler zaman zaman gölgelerde pıstı, bazen de hakimiyet onlardaydı. Kimi zaman palazlandılar, kimi zaman gerilediler, hatta toplu yokoluşlar yüzünden silinmenin eşiğine geldikleri oldu. Vaktiyle dinozorlar memelileri kontrol altında tutuyordu, ama, zamanı geldi memeliler başkalarını kontrol altında tutar oldu; en irisinin fare boyutunu aşmadığı dönemler de yaşandı, dünyada yaşamış en iri canlılar oldukları dönemler de. Zaman zaman ısı artışlarından bunaldılar, zaman zaman da Buzul Çağı'nda kilometre kalınlığında buzullarla karşı karşıya geldiler. Bazı devirlerde besin zincirinin alt basamaklarında kendilerine yer buldular, ama, devir geldi aralarından bazıları (bizler) bilinçlendi, iyisiyle, kötüsüyle koca dünyaya şekil verebildi.

Bütün bu geçmiş, günümüz dünyasının temellerini döşedi; hem bizim için hem geleceğimiz için.

Steve Brusatte
Edinburgh, İskoçya
18 Ocak 2022

BİRİNCİ BÖLÜM

MEMELİ ATALARI



Dimetrodon

Yaklaşık 325 milyon yıl öncesi (artı eksi birkaç milyon yıl). Birtakım pullu canlılar, eğreltiotlarının ve kırık kütüklerin birbirine dolanmasıyla oluşmuş sala tutunuyor. Aslında bunlar çoğunlukla yalnız takılan hayvanlar. Ormanın sık yeşilliği içinde kamufle olmayı yeğlerler. Ara sıra ortaya çıkıp böcek kaparlar, sonra tekrar bilinmezliğe karışırlar. Fakat, zorlu zamanlardan ötürü bir araya toplanmışlar. Dünyaları değişiyor. Hem de süratle. Su ile kara arasındaki sınıra yuvalanmış olan bataklıklı cennetleri denize yem oluyor.

Ufak yaratıklar (en irisi anca otuz santim) etrafı tedirgin gözlerle süzüyor. Geko ya da iguana tarzındalar. Kolları, bacakları yanlara doğru uzanıyor. Uzun, ince kuyrukları arkalarında sürükleniyor. Daha ufak olanların bazıları çürüyen bitki örtüsü içinde salınarak koşuyor, incecik el ve ayak parmaklarıyla zemine tutunuyorlar. Yaşlı hayvanlar denizin enginliğine gözünü dikiyor, inip çıkan dalgalar arasında üzerlerine su sıçrarken dilleri titreşiyor.

Birkaç hafta önce her şey normal görünüyordu. Gözlerden saklı inlerinde, nemin damla damla aktığı ormanı süzüyorlardı. Yeşilin akla gelen her tonu çevrelerini sarmıştı. Eğreltiotları orman zeminini boğuyordu. Bu otların sporları, ferahlatıcı her esintiyle birlikte yapış yapış havada dans ederek ilerliyordu. Tohum saçan iri çalılar, ormanın orta katını meydana getiriyordu. Bu bodur ağaççıkların bazıları, günümüzün yaprak dökmeyen ağaçlarının uzak akrabasıydı. Ne zaman yağmur yağsa (ki sık sık yağardı), bilye boyutundaki tohumları yağmurla birlikte aşağı düşer, zemini kaplayan minik topçuk katmanı yürümeyi tehlikeli hale getirirdi.

Ufacık gözlü bu pullu yaratıklar, ormanın tepesini göremezdi. Sanki orman gökte sonsuzluğa uzanıyordu. Orman tacının büyük kısmını iki ağaç tipi oluşturuyordu. İkisi de yaklaşık otuz metre yüksekliğe varıyordu. Bir tanesine *Calamites* denir. Sıska bir Noel ağacına benziyordu. Bambumsu düz gövdesinden ara ara baş vermiş dal kümeleri iğne yapraklarla bezeliydi. Öteki ağaca *Lepidodendron* denir. Kalınlığı 1,8 metreye varan gövdesi, üst ucundaki dal ve yaprak çalılığı hariç çıplaktı. Dev sopa üzerinde paspas görünümlü bir yeşillik. Fevkalade hızlı büyüyorlardı; spor halinden, önce fidana sonra ormanın zirvesine ulaşmaları yalnızca on ila on beş sene sürüyor, ardından kömüre dönüşmek üzere toprağa gömülüyor, yerlerini yeni nesiller alıyordu.

Pullu yaratıklar, en azından günümüze kadar, bataklık ormanını yuva bellemiş yüzlerce hayvan türünden biriydi. Sıradan hayvanlar da vardı fantastik olanlar da. Böcekler yaygındı. Dolayısıyla mükemmel bir gıda kaynağıydılar. Örümcekler ve akrepler, yapraklar arasında ağaç gövdelerine tırmanıyordu. İlkel amfibiler balık dolu su akıntılarının kenarında toplanıyordu. Eurypteridler burada devriye geziyordu: Zırhla kaplı bu zorbalar dev akreplere benziyorlardı.

Bazıları insan ebadındaydı. Ceviz kıracağı misali pençeleriyle avlarını kaparlardı. O eski huzurlu günlerde, su akıntıları yavaş yavaş ırmağa dökülürdü. Irmak genişleyip delta oluşturur, hafif tuzlu körfezin sakin gelgitli sularına karışırdı.

Ara sıra ürkütücü bir sürüngen sessizliği delerdi. *Arthropleura* adlı bu canavarımsı kırkayak, iki metreden uzundu. Spor ve tohum yerdi. Bazen bataklıkta daha da korkunç bir ses yankılanırdı: *Meganeura*'nın kanat çırpışları. Güvercin boyutundaki bu yusufçuğun böcek ararken vızıldayan dört adet kocaman, saydam kanadı vardı. Yeterince aç kalmışsa, pullu yaratıklara da saldırırdı; saklanmayı yeğlemeleri için bir sebep daha.

Pullu yaratık grubu dallardan ve yapraklardan oluşmuş derme çatma tekneye tutunurken, *Meganeura* saldırısından korkmaları yersizdi. Çünkü tehlike şimdi çok daha büyüktü. Etraflarını su sarmıştı, akıntılar gitgide güçleniyordu. Çok daha güneyde devasa buz kütleleri eriyor, okyanusa su salıyor, deniz seviyesini yükseltiyordu. Bütün dünyada sahil şeritlerini su basıyor, *Calamites* ve *Lepidodendron* ağaçlarının oluşturduğu mangrov nehir kolları ve hayvan sakinleri su altında kalıyordu. Pullu yaratıklar bunu bilemezdi. Ölü karideslerden ve denizanalarından oluşan köpüklü girdaplar suratlarına çarparken tek duyumsadıkları, ormanlarının artık var olmadığıydı.

Derken şimşek çaktı. Tepelerindeki gök gürledi. Fırtına rüzgârı sal üzerine bir su duvarı fırlattı. Sal alabora oldu, ikiye yarıldı. Pullu yaratıkların bazıları dalgaya kapılıp sürüklendi. Bitkin vücutları, çürüyen denizanalarının ve karideslerin yanına katıldı. Fakat, çoğunluğu, bölünmüş salın iki kalıntısından birine güçbela tırmanabildi. Yağmur körfezi döver, rüzgâr uğuldarken, akıntı ikiye ayrıldı: Bir tanesi doğuya, öbürü batıya yöneldi. İki sal ve pullu kargoları, zıt doğrultulara sürüklendiler.

Birkaç gün sonra fırtına dindi, sallar ayrı kıyılara çıktı. İki yaratık grubu yeni yuvalarına atıldılar, farklı zorluklarla karşı karşıya geldiler: farklı yaşam alanları, farklı iklimler, farklı yırtıcılar. Nesiller boyunca iki grup da yeni çevrelerine gayet iyi uyum sağladı. Öyle ki her biri yeni bir canlı türüne dönüştü. Ardından bu iki tür de başka türlere can verdi, böylece iki ana soy doğmuş oldu. Soylardan birinde göz çukurunun arka kısmında pencere misali iki açıklık gelişti. Böylece daha büyük, daha güçlü çene kaslarına yer açıldı. Öteki ise tek bir geniş açıklıkla yetindi.

Kafatasında iki açıklığa sahip ilk grup diyapsitlerdi. Nihayetinde kertenkelelere, yılanlara, timsahlara, dinozorlara, kuşlara ve (delikleri kapanmış olan) kaplumbağalara evrimleşeceklerdi. Kafatasında tek açıklığa sahip ikinci grup, sinapsitlerdi. En az yüz milyon yıl sonrasını içeren bir gelecekte, memeliler dahil göz kamaştırıcı bir tür çeşitliliğine can vereceklerdi.

Kurmaca bir hikâye bu. Anlattığımız olaylar silsilesi muhtemelen gerçekleşmedi. Fakat, yaklaşık 325 milyon yıl önce (Dünya tarihinde Pensilvaniyen dönem ya da geç Karbonifer dönem olarak bilinen evrede) pulla kaplı, ufak tefek atasal hayvanların var olduğu doğru. Bunlar, deniz yükseldikçe sular altında kalan, yemyeşil bataklık ormanlarında yaşıyordu. Nihayetinde hayvanların soyu bölündü. Aile ağacının bir dalı sürüngenleri doğururken, öbürü memelilere can verdi.

Bunu nereden biliyoruz? Paleontologların (eski canlıları araştıran benim gibi bilim insanlarının) elinde iki ana kanıt kümesi var. Memeli evriminin öyküsünü anlatmak için kitap boyunca bu kanıtları sıralayacağım.

Birincisi, fosiller ve bunları içeren kayaçlardır. Fosiller, eskiden yaşamış olan canlı türlerinin doğrudan kanıtıdır; paleontologlar bütün dünyayı dolaşıp bu ipuçlarını arar, bu uğurda sık sık sıcağa, soğuğa, neme, yağmura, parasızlığa, sivrisineklere, savaş bölgelerine ve başka zorluklara göğüs gererler. Pek çoğumuz kendini uzak geçmiş dedektifi olarak görür. Bu örneksemede fosiller, suç mahalinde bırakılmış saç telinin ya da parmak izlerinin muadilidir. Hangi hayvanın nerede, ne zaman yaşadığını bize çıtlatırlar. Üstelik kimi vakalarda fosiller, av peşinde koşturmuş yırtıcıların, su taşkınlarına kapılmış kurbanların, merhametsiz yokoluşları sağ salim atlatmış hayvanların tarihöncesi dramalarını gün yüzüne çıkarır. En bilindik fosiller, vücut fosilleridir: bir zamanlar yaşamış olan organizmanın gerçek kısımları, mesela kemikleri, dişleri, kabuğu ya da yaprakları. İz fosilleri de var: organizmanın davranışına ait kayıtlar ya da arkasında bıraktığı bir şey, örneğin ayak izleri, oyuklar, yumurtalar, ısırık izleri ya da koprolitler (fosilleşmiş dışkı).

Fosilleri bulduğumuz yer sokak ya da arka bahçemiz değildir, kumtaşı ya da kiltaşı gibi kayaçların içine bakmalıyız. Farklı çevrelerde farklı kayaçlar oluşur. Kimi kayaçların yaşı, kimyasal yöntemlerle saptanabilir. Bu yöntemlerde yaşı hesaplamak için anne ve yavru radyoaktif izotopların miktarı ölçülür. Laboratuvar deneylerinden bilinen radyoaktif bozunma hızları referans olarak kullanılır. Tüm bunlar, fosilleşmiş yaratıkların ne zaman, hangi ortamlarda yaşadığını anlamak bakımından önemli bir bağlam sağlıyor.

İkinci kanıt tipi bütün çevremizdedir. Bunları bulmak herhangi bir özel vasıf (ya da şans) gerektirmez. Bu kanıt, DNA'dır. Bizler ve tüm organizmalar hücrelerimizin içinde DNA taşıyoruz. DNA, bizi biz yapan yapı planıdır. Bedenimizin kavuştuğu biçimi, fizyolojimizi, büyümemizi, gelecek nesilleri üretmemizi kontrol eden genetik koddur. DNA aynı zamanda bir arşivdir; evrimsel geçmiş, genomumuzu meydana getiren milyarlarca baz çiftine yazılıdır. Canlı türleri zamanla değişirken, DNA'ları da değişir. Genler mutasyon geçirir,

oradan oraya hareket ederler, faaliyete geçerler ya da faaliyetleri kesilir. DNA parçaları kopyalanır ya da silinir. Yeni DNA parçaları eklenir. Bunun sonucunda, iki canlı türü ortak atadan ıraksarken, her tür kendi yolunda ilerleyip kendi değişken koşullarına uyum gösterirken, DNA'ları zamanla giderek farklılaşır. Bu sayede, günümüzdeki türlerden DNA alırsınız, yan yana dizip karşılaştırırsınız, DNA'sı en benzer olanları aynı kümeye alarak aile ağacı kurarsınız. Zekice bir numara daha var. Herhangi iki türü alırsınız, DNA farklarını sayarsınız, laboratuvar deneylerinde DNA değişikliği hızına dair bilgi edinince, o türlerin birbirinden ne zaman ayrıldığını çözmek için geriye doğru hesaplama yaparsınız.

Su taşkınının mahvettiği bataklık öyküsünü kurarken iki kanıt tipinden de faydalandım. DNA araştırmalarının tahminine göre sürüngen ve memeli türleri yaklaşık 325 milyon yıl önce ayrıştı. Fosiller ve kayaçlar bize bu kayıp dünyanın nasıl bir yer olduğunu anlatıyor. Günümüzden çok farklı bir araziydi.

Pensilvaniyen dönem dünyasının haritası gözümüze pek tanıdık gelmezdi. Yalnızca iki büyük kara kütlesi vardı. Gondvana adlı kara parçası, Güney Kutbu'nu merkez almıştı. Lavrasya adlı kara parçası, Ekvator'un çevresini sarıyordu. Doğuda daha küçük adalar diziliydi. Milyonlarca yıl boyunca Gondvana kuzeye sürüklendi. Tırnaklarımızın büyüme hızıyla hareket etti. Nihayetinde Lavrasya'yla çarpıştı. Böylece Pangea doğdu. Bu süperkıta, memeli ve dinozor evriminin ilk aşamalarının nihayetinde cereyan ettiği sahneydi. İki yerkabuğu parçası birbirine çarptığında, biçimleri bozuldu, ekvatora paralel uzun bir dağ sırası oluştu. Bu dağların ölçeği, günümüz Himalayalar'ınınkine benziyordu. Bugünün mütevazı Apalaş Dağları, bir zamanlar hayli yüksek olan o sıradağların kalıntısıdır.

Ekvator dağ sıralarının iki yanındaki tropikal ve tropikal altı bölgeler, yaşam için güvenli limanlardı. Bunlar kömür bataklıklarıydı. Böyle denmesinin sebebi, Sanayi Devrimi'nin yakıtı olmuş kömürün büyük kısmının (özellikle Avrupa ile ortabatı ve doğu Amerika madenlerinden çıkanların) tam da bu bataklıklarda oluşmasıdır. Hızlı büyüyen devasa *Lepidodendron* ve *Calamites* ağaçlarının ölü, gömülü, sıkışmış kalıntılarından meydana gelmişlerdi. Bunlar palmiyeye, manolyaya ya da meşeye hiç benzemiyordu. Günümüzün yemyeşil çevrelerinde bu ağaçlar çok yaygındır. Aslında, bu eski ağaçlar çiçekten yoksundu ya da herhangi bir meyve, yemiş üretmiyorlardı. Kurdayağı ve atkuyruğu otlarının yakın akrabalarıydılar. Bu ilkel otlar günümüzde, eski hallerinin acınası birer kalıntısı olarak, alt bitki örtüsünde nadiren varlığını sürdürüyor. Pensilvaniyen dönem ağaçları (hatta bu ağaçların dalları civarında vızıldayan irikıyım yusufçuklar ve gövdelerinde koşturan kırkayaklar da) aşırı irileşebiliyordu, çünkü o zamanlar havadaki oksijen miktarı çok daha fazlaydı. Bugünkünden aşağı yukarı yüzde 70 yüksekti.

Ağaçlar, sığ denizlerin kıyılarına tutunan engin yağmur ormanları oluşturuyordu. Büyüyen süperkıtanın çevresini saran bu denizler, iç kısımlardaki sayısız su akıntısını, ırmağı, deltayı ve halici besliyordu. Bu bataklıklara havadan bakılsa, muhtemelen bugünün Louisiana'sındaki Mississippi Irmağı'nın bataklıklı kollarına benzerdi: iç içe geçmiş ağaçların ve daha ufak bitkilerin sık örtüsü. Bunların bazıları, birbirine dolanmış su akıntıları arasındaki çamur adalarına yuvalanmışken, kimileri örümcekimsi köklerini suya uzatmıştı. Türlü çeşit yaratık bitkilere tırmanıyor, sıçrıyor, uçuşuyordu. Fakat, hiç kuş, sivrisinek, kunduz, su samuru ya da kürkle kaplı hayvan yoktu. Ataları kömür bataklıklarını mesken tutmuş da olsa, hepsi çok daha sonra, farklı bir dünyada evrimleşecekti.

Neden bunca ağaç toprağa gömülüp kömüre dönüştü? Çünkü bataklıklar sürekli su altında kalıyordu. Deniz seviyesi düzenli bir ritimle yükselip alçalıyordu. Pensilvaniyen dönem bir buzul dünyasıydı; aslında, mamutların ve kılıçdişli kaplanların hakim olduğu, günümüze en yakın olan buzul çağından (daha sonra değineceğimiz bir öykü bu) önceki başlıca son buzul çağıydı. Ama bütün gezegen donmuş değildi; kömür bataklıkları da kesinlikle donmamıştı. Fakat, Gondvana'nın Güney Kutbu, ardından da Pangea'nın güneyi devasa buz örtüsüyle kaplıydı. Buzul çağı, varoluşunu bizzat kömür bataklıklarına borçluydu: Nice dev ağacın büyümesi, atmosferden muazzam miktarda karbondioksit çekmiş, böylece dünyayı yalıtan sera gazı miktarı azalınca hava sıcaklıkları düşmüştü. On milyonlarca yıllık dönemde buz örtüsünün büyüklüğü bir azaldı bir arttı. Bu dalgalanma küresel deniz seviyesini kontrol eden bir ayar düğmesi gibiydi. Buz eriyor, denizler yükseliyor, bataklıkları su basıyor, ağaçlar ölüp toprağa gömülüyordu. Derken buz örtüsü genişliyor, denizden su emiyor, deniz seviyesini düşürüyor, bataklıkların genişlemesi için alan açıyordu. Bir ileri bir geri gidip geliyordu. Bunları Pensilvaniyen dönem kayaçlarının çoğunlukla siklotem denen barkod dizileri taşımasından ötürü biliyoruz. Karada ve denizde oluşmuş bu mükerrer ince tabaka dizilerinin arasına kömür damarları girmiştir.

Bu çağdan kalma fosiller boldur, özellikle de büyümüş olduğum kuzey Illinois'de. Kömürün yukarısına ve aşağısına siklotemler ilişmiştir. En iyilerine Illinois Irmağı'nın ince bir kolu olan Mazon Deresi kıyısında rastlanır. Doğudaki açık kömür ocaklarında da siklotem bulunur. Pensilvaniyen sırasında burası denizin bataklıkla kavuştuğu mevkiydi. Yağmur ormanı sakinleri burada suya kapıldılar, dibe battılar, demir filizli kayaç mezarlara gömüldüler; dere yatağından ya da maden atıklarından koparıp alabileceğiniz oval, yassı, pas renkli yumrular. İlkgençlik yıllarımda 66 Numaralı Otoban'ın kenarındaki minik Wilmington kasabasında bu yumruları arardım. Annem bu beldede büyümüştü. Uzun süre önce kepenklerini kapatmış olan madenlerde enkaz yığınlarını tarardım. Yüzyılı aşkın süre önce bu madenler, İtalya'dan göçmüş büyük büyük dedemleri Orta

Amerika'da yeni bir yaşama çağırmıştı. Kovayı yumrularla doldurur, eve taşırdım. Chicago topraklarının haşin kışında yumruları açık havada bırakırdım. Hava sıcaklıkları dalgalandıkça tekrar tekrar donup çözülürlerdi. İçlerinden biri çatlamaya başlıyormuş gibi göründüğünde, çekiçle işi bitirirdim.

Şansım yaver gidecek olursa, yumru kırılıp açılır, bir hazine kendini gösterirdi: bir yüzde fosil, öbür yüzde ise fosilin izi. Her seferinde olağanüstü bir deneyimdi. 300 milyon yılı aşkın süre önce ölmüş olan, (dolayısıyla bir zamanlar canlı olan!) bir şeyi ilk gören kişinin siz olduğunu bilmek. Çatlayan yumruların pek çoğunun içinde bitkiler vardı: eğreltiotu yaprakları, *Calamites* ağaç kabuğu parçaları, *Lepidodendron* kökü yığınları. Denizanaları özellikle hoşuma gidiyordu. Deneyimli Mazon Deresi fosil avcılarının küçümseyerek "leke" dediği fosiller. Karides ya da solucan görüntüsü de bana her seferinde keyif veriyordu.

Gerçekten istediğim, ama, bulma şansını hiçbir zaman yakalayamadığım şey, bir tetrapoddu (dört ayaklı), yani kemikli bir kara hayvanı. Okuldan sonra ve sakin haftasonlarında yalayıp yuttuğum ders kitaplarından bildiğim kadarıyla tetrapodlar balıklardan evrimleşmiş, yaklaşık 390 milyon yıl önce, Pensilvaniyen dönem evvelinde sürünerek karaya çıkmışlardı. Bu ilk tetrapodlar amfibiydi. Yumurtlamak için suya dönmeleri gerekiyordu. Mazon Deresi'nde bazı ilkel amfibi iskeletleri (kurbağaların ve semenderlerin uzak akrabaları) bile bulundu .

Pensilvaniyen dönem sırasında bir ara bu amfibilerden yeni bir grup baş verdi. Bunlar amniyonlu canlılardır. Amniyonlu yumurtalarından ötürü böyle isimlendirilen, daha özelleşmiş tetrapodlardır. Bunların yumurtalarının iç zarı embriyoyu sarar, onu korur, kurumasının önüne geçer.

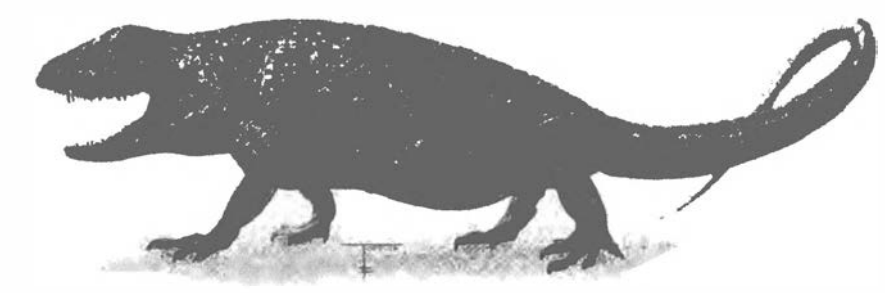
Bu yeni yumurtalar, müthiş ve yepyeni bir potansiyeli serbest bıraktı: Amniyonlular artık suya mahkûm değillerdi, karada da yumurtlayabilirlerdi. Böylece yeni topraklara erişim kazandılar. Ağaç tepeleri, oyuklar, ovalar, dağlar, çöller. Amniyonlu yumurtaların ortaya çıkmasıyla birlikte tetrapodlar denizden hakikaten kopup karayı fethettiler.

Sürüngen ve memeli soyları (diyapsitler ve sinapsitler) amniyonlulardan doğdu. İki kardeşin anne babasından ayrılması gibi birbirlerinden ayrıldılar. Burada basit bir benzetme yapmıyorum; evrim, yeni türleri, yeni aileleri, yeni hanedanları böyle üretir. Çevreleri değiştikçe türler de daima değişim geçirir; Darwin'in bahsettiği doğal seçilim yoluyla evrim budur. Bazen tek bir türün popülasyonları birbirinden ayrılır. Bu kopuşun sebebi su taşkını, yangın ya da bir sıradağın yükselmesi olabilir. Her popülasyon doğal seçilim aracılığıyla değişmeyi sürdürür. Yeterince uzun süre ayrı kalırlarsa, kendilerine özgü şekillerde değişirler, farklı koşullara uyumlu hale gelirler, öyle ki artık aynı görünmezler ya da aynı davranmazlar ya da birbirleriyle çiftleşemezler. Bu noktada bir tür,

iki türe dönüşür. İki yeni tür yine ayrılabilir, dört tür meydana gelir, vesaire. Yaşam daima bu şekilde çeşitlenir, 4 milyar yılı aşkın süredir büyüyen bir ağaç misali dallanır. Soykütüğünü görselliğe dökerken (hem yok olmuş türler için hem de kendi insan ailelerimiz için) aile ağı, yol haritası, üçgen ya da başka bir grafik biçim yerine aile ağacı kullanmamızın sebebi budur.

Ufak tefek pullu bir ata türün iki soya ayrılmasıyla *gerçekten de* göze çarpmaksızın başlamış olduğunu varsayabileceğimiz diyapsit-sinapsit ayrılması, omurgalı evriminde kilit anlardan biriydi. Her biri kendine özgü kafatası deliği ve çene kası sistemine sahip diyapsitler ile sinapsitlerin, Mazon Deresi yumrularının oluşmaya başladığı dönemde ortaya çıktığını biliyordum. Çekicin her darbesiyle, bu öyküyü anlatacak bir Kutsal Kâse fosil bulmayı umuyordum, ne var ki aradığım şey hiçbir zaman kendini göstermedi.

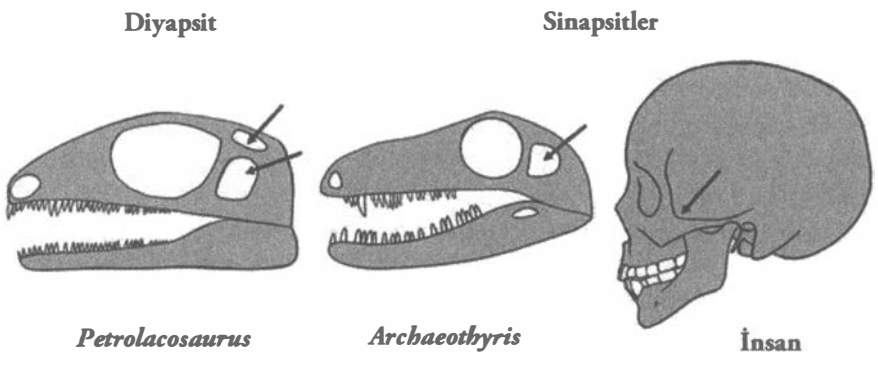
Fakat, Kuzey Amerika'nın başka kısımlarında kimi fosil avcılarının şansı yaver gitti. 1956'da önemli bir keşif yapıldı. Efsanevi paleontolog Alfred Romer'ın önderlik ettiği Harvard ekibi, Atlas Okyanusu kıyısı civarında Nova Scotia'nın Florence kentinde metruk bir kömür madenini etüt etti. Arnie Lewis adlı teknisyen, *Sigillaria* denen ağacın fosilleşmiş birkaç kütüğünü fark etti. Bu ağaç, *Lepidodendron*'un yakın akrabasıdır. Yaprak örtüsü ağacın üst kısmında çatallanır, bitkiye devasa bir çalılık görüntüsü verir. Kütükler canlı halindeki konumlarındaydı, sanki 310 milyon yıl önce değil de henüz geçen gün kabaran denizin altında kalmışlardı. Su altında kalmış madenin dar bacalarından güçlükle ilerleyen ekip, beş adet kütük toplayabildi. İçine baktıklarında, ilginç bir sürprizle karşılaştılar: düzinelerce fosil iskelet! Deniz suyu içeri sokulurken, zavallı yaratıklar sığınacak yer aramış, ancak mezarlarına girdiklerinin farkına varmamış olmalıydılar. Ağaçlardan birinin içinde amfibiler, diyapsitler ve sinapsitler dahil yirmiden fazla hayvan vardı: karada yaşayan erken dönem tetrapod üçlüsü.



Archaeothyris (Todd Marshall'ın çizimi)

Romanya'dan Kanada'ya henüz göç etmiş olan Robert Reisz adlı yüksek lisans öğrencisi sinapsitleri iki yeni tür olarak betimleyecekti: *Archaeothyris* ve *Echinerpeton*. Günümüzün önde gelen paleontologlarından Reisz'in ilk deneyimi bu erken dönem sinapsitlerdi. *Archaeothyris* adını seçmesinin sebebi ("eski pencere" anlamına gelir), hayvanın en önemli özelliğinin altını çizmekti: gözünün arkasındaki büyük, lombar benzeri açıklık. Buraya tutunmuş çene kapama kasları, atalarınınkinden daha iri, daha güçlüydü. Teknik adı lateral temporal fenestra (yanal şakak penceresi) olan bu tek açıklık, sinapsit olmanın anlamını tanımlıyor. Kömür bataklığında yaşamış öncü türlerden, günümüzün yarasalarına, sorekslerine ve fillerine tüm sinapsitler, bu pencereye ya da tadil edilmiş bir versiyonuna sahiptir. Bizde de var. Çenemizi her kapadığımızda hissedebiliriz. Elinizi elmacık kemiğinizin üstüne koyun, kocaman bir ısırık alır gibi çenenizi hareket ettirin, çene kaslarının gerildiğini elinizle hissedin. Bu kaslar, pencerenin kalıntısı içinden geçer. Modern memelilerde pencere, göz çukuruyla büyük öçüde kaynaşmıştır, ama, kafamızın yan tarafından alt çenemizin üst kısmına uzanan, ısırığımızı kuvvetlendiren şakak kaslarına hâlâ bağlıdır. Bu tekil açıklık, sinapsit geçmişinin erken bir döneminde, diyapsitlerden ayrılmalarının hemen ardından gelişti. Diyapsitler de evrimleşmeyi sürdürüp gözlerin arkasında aynı tipte iki açıklık oluşturdu.

Kömür bataklıklarında koştururken görseniz, *Archaeothyris* olağanüstü görünürdü. Ağız kısmından kuyruğa kadar uzunluğu elli santimdi. Uzun, ince bedeninin uç kısmına ufak bir kafa tünemişti. Kol ve bacakları pek iyi bilinmiyor, ama, günümüze ulaşmış kemikleri, kertenkelelerdeki ve timsahlardaki gibi yana doğru uzandıklarına şüphe bırakmıyor. Açıkçası, vücudu hızlı olmaya müsait değildi. Fakat, daha yakından bakınca, başka bakımlardan olağanüstüydü.



Kara omurgalılarına ait başlıca iki kafatası tipi: gözün arkasında çene kasları için iki açıklığa sahip diyapsitler ve tek açıklıklı sinapsitler (insanlar dahil). Oklar, çene açıklıklarına işaret ediyor. (Sarah Shelley'nin çizimi)

Kafatasının içine gömülü kocaman çene kaslarının haricinde, ağız kısmında bir dizi bükümlü ve sivri diş vardı. Ön dişlerinden biri ötekilerden bariz iriydi. Öyle ki mini bir köpekdişine benziyordu. Amfibi, kertenkele ve timsahlarda köpekdişi yoktur. Bu hayvanların dişleri birörnektir, yani bütün çene boyunca temelde aynı görünüme sahiptirler. Oysa memeli dişleri çok daha yüksek çeşitlilik içerir. Kesicidişler, köpekdişleri, küçük azıdişleri, büyük azıdişleri diye ayrılırlar. Bu iş bölümü sayesinde aynı anda yiyeceği tutup, ısırıp, öğütebiliyoruz. Memeli diş takımının tam kümesi daha sonra, pek çok evrimsel adımın akabinde biraraya gelecekti, ancak, *Archaeothyris*'in küçük köpekdişleri, diş devriminin habercisiydi.

Archaeothyris'in büyük çene kasları, keskin dişleri ve köpekdişleri hep birlikte, büyük böceklerle ve belki *Echinerpeton* gibi başka tetrapodlarla beslenmeye yarayan bir cephanelikti. Nova Scotia'lı bu ikinci sinapsit, kıvrılıp elinizdeki kitabın sayfaları arasına kolaylıkla sığışabilirdi. Fakat, bölük pörçük fosilleri, kendine has bir özellik daha gösteriyor. *Echinerpeton*'a adını veren bir özellik: "dikenli sürüngen." Hayvanın boyun ve sırt omurları (yani omurgayı meydana getiren her bir kemik) üstündeki dikenler, uzun kanatçıklar misali yukarıya uzanır. Yan yana dizildiklerinde, sırtta küçük bir yelken oluştururlar. Kendini göstermek için veya soğuk günlerde vücudu ısıtmaya yarayan bir güneş paneli, sıcak günlerde ise ısıyı savuşturan bir yelpaze olarak ya da bambaşka bir amaçla kullanılmış olabilir.

Sırtında bundan da büyük yelkeni olan, soyu tükenmiş çok daha ünlü bir hayvan var: *Dimetrodon*. Pensilvaniyen'in ardından gelen Permiyen dönemde yaşamıştır. *Dimetrodon* sıklıkla dinozor sanılır. Dinozor posterlerinde *T. rex*'le birlikte yer alır; dinozor oyuncak setlerinde *Brontosaurus*'la, *Stegosaurus*'la itişir. Ancak, dinozor değil, sinapsittir. Daha doğrusu, pelikozor denen ilkel bir sinapsit tipidir.

Pelikozorlar, sinapsit soyunun ilk büyük evrimsel dalgasıydı; büyüyen süperkıta Pangea'ya ilk onlar çeşitlenip yayıldılar. Ayrıca 300 milyonu aşkın yıl sonra temporal (şakak) kas açıklığı ve köpekdişleri gibi memelileri, amfibilerden, sürüngenlerden ve kuşlardan hâlâ ayıran kimi alameti farika özellikleri de ilk onlar geliştirdiler. *Archaeothyris* ile *Echinerpeton*'da çoktan görmüş olduğumuz özellikler bunlar. Çünkü bu iki Nova Scotia türü en eski pelikozorlardır. *Dimetrodon*'a ve nihayetinde memelilere uzanan yolculukta ilk büyük hanedanın kurucularıdır.

***

Pensilvaniyen dönem sona yaklaşırken Pangea'nın ekvator bölgelerinde, hâlâ yükselen sıradağların iki yakasında da yaşayan pelikozor sinapsitler vardı.

Kimileri böcek yiyor, kimileri küçük tetrapodları, balıkları avlıyor, kimileri de o zamana dek görmezden gelinmiş yeni bir gıda tipiyle denemeler yapıyordu: yapraklar ve kökler. Çeşitleniyorlardı, ama hâlâ kendi ekosistemleri içinde büyük olmayan bileşenlerdi. Nemli kömür ormanlarında kolaylıkla üreyebilen, böylece sayıları çoğalan amfibilerin gölgesi altında kalmışlardı.

Derken dünya, 303 ila 307 milyon yıl önce, Karbonifer Yağmur Ormanı Çöküşü denen sancılı dönemde olağanüstü değişti. İklim kurudu, hava sıcaklıkları bir düştü bir yükseldi, buz örtüleri eridi, nihayetinde müteakip Permiyen dönemde temelli ortadan kayboldular. Kömür bataklıkları mahvoldu, devasa *Calamites*, *Lepidodendron* ve *Sigillaria* ağaçları bu kuru koşullarda büyümekte zorlandı. Bunların yerini kozalaklı ağaçlar ile sikasgiller takımı gibi kuraklığa daha dirençli tohumlu bitkiler aldı. Her daim yağışlı olan yağmur ormanları yerini, tropikal bölgelerde yarı kuru, mevsimsel kurak alanlara bıraktı, Pangea'nın başka kısımları kavrulmuş çöle döndü. Kayaçlarda kömürden ve siklotemlerden "kırmızı yataklara" ani geçiş, bu değişimi yansıtır. Kırmızı katman, kuru iklimlerde oluşan demir pasıyla doludur.

Bu değişikliklerin biyoçeşitlilik üzerinde çarpıcı etkisi oldu. Bitkiler özellikle ağır darbe aldı. Pensilvaniyen döneme özgü kömür bataklığı bitki örtüsünden yağışsız koşullara uyumlu tohumlu bitkilere geçiş dışında, bir yokoluş dalgası da meydana geldi. Pensilvaniyen dönem türlerinin pek çoğu gözden yitti, kimileri artlarında soy ya da yakın akraba bırakmadı, kimilerinin ise sadece ufak, gösterişsiz kuzenleri kaldı. Toplamda, Pensilvaniyen bitki ailelerinin yaklaşık yarısı yok oldu. Bu, bitki fosili kayıtlarında bilinen yalnızca iki toplu yokoluştan biridir. Öbürü, Permiyen dönemin sonunda meydana geldi. İlerleyen kısımlarda kısaca değineceğimiz bir öyküdür. Demek ki Karbonifer Yağmur Ormanı Çöküşü, Kretase sonunda dinozorları öldürmüş olan göktaşı çarpmasına kıyasla daha büyük çaplı bir botani felaketiydi.

Peki, kömür ormanlarında yaşayan hayvanlara ne oldu? Genç araştırmacı Emma Dunne'ün çalışması bu öyküyü anlatıyor. İrlanda'da büyümüş, doktora derecesi için İngiltere'ye gitmiş olan Emma, yeni nesil paleontologların önde gelen ismidir. Eskinin sürüsüne bereket kemik avcıları gibi fosil toplar, ama, büyük verilerin işlenmesi ve ileri istatistik yöntemleri alanlarında da uzmandır. Birkaç yeni fosile dayanarak şipşak öyküler üretmek her zaman caziptir, ama iş evrimin şablonlarını ve süreçlerini sahiden anlamaya gelince, Emma'nın neslinden olanlar borsa analisti ya da yatırım bankacısı zihniyetiyle düşünmeye başlar: Tonlarca veri topla, belirsizliği hesaba katmak için istatistik yöntemleri kullan, sezgilerden ziyade sayılara başvurarak hipotezleri birbirine karşı sına.

Bu anlayışla hareket eden Emma, Karbonifer ve Permiyen dönemlerden kalma bini aşkın tetrapod fosili içeren bir veri tabanı kurdu. Hangi gruplara ait olduklarını, nerede bulunduklarını da belirtti. Numune toplarken oluşan taraflılığı ortadan kaldırmak amacıyla istatistik gereçlerinden yararlandı. Bu tür hatalar, kemikleri ya da dişleri yüz milyonlarca yıl boyunca muhafaza edebilmiş aşırı şanslı mevkilerde yapılan fosil keşiflerine dayalı paleontoloji araştırmalarının başına ille bela kesilir. Son olarak, yağmur ormanları çökerken, bu türlerin genel çeşitliliğinin ve dağılımının (amfibiler, diyapsitler ve sinapsitler olarak) nasıl değiştiğini tahlil etmek amacıyla istatistik modelleri kurdu.

Sonuçlar rahatsız ediciydi. Karbonifer Permiyen'e dönerken, çeşitlilikte muazzam düşüş görülüyor. Kömür ormanı sakini pek çok tetrapodun soyu tükenmiş. Muhtemelen bu olay tek seferde gerçeklemedi, birkaç milyon yıla yayıldı. Bu süre zarfında kurak topraklar tropikal bölgede batıdan doğuya ilerleyerek yavaş yavaş kömür ormanlarının yerini aldı. Yaşam ortamındaki bu değişim (yıkımdan ziyade geçiş), daha açıklık alanlar yarattı. Bu da göç için uygun koşullar demekti. Kuru iklimlere katlanabilen tetrapodlar artık daha geniş alanlara yayılabilirdi. Bunlar, Pensilvaniyen dönemin sulak arazilerinde uzun süre hüküm sürmüş, üreme stratejilerinden ötürü suya mahkûm amfibiler gibi değillerdi. Şimdi diyapsitler ve sinapsitler kendilerinde, bu yeni gerçekliğe uygun bir süpergüç bulmuş oldu: amniyonlu yumurtalar ve embriyoları beslemeye, korumaya, nemli tutmaya elveren yumurta zarı. Karada serbestçe hareket edebiliyor, eskiden yalıtılmış olan bölgeler arasında bağlantı kurabiliyor, bu esnada yeni canlı türleri, yeni beden tipleri, daha iri ebat, yeni beslenme tarzları, yeni davranışlar evrimleştiriyorlardı.

Kömür bataklıkları açıklık kurak alanlara döner, Permiyen dönem ilerlerken, dünya bir pelikozor gezegeni haline geldi. Yeni çağdaki pelikozor hakimiyetinin en uygun timsali *Dimetrodon*'dur. Sırt yelkenli bu ikon hayvan, Teksas'ta bulunmuş düzinelerce iskeletten tanınır. *Dimetrodon*'un yanlışlıkla dinozor sanılmasının bir sebebi var: Vücudu sürüngene benzetilir çünkü daha iyi bir tanımlama geliştirilmiş değildir. İri ve yapılıydı. Kuyruğu uzundu. Dişleri sivriydi. Yana doğru uzanan güdük bacaklarıyla çok hızlı hareket edemiyordu. Hatta beyni küçüktü, boru şekilliydi; tıpkı dinozor beyni gibi. Memeli beyninin aksiydi; epey genişlemiş spagetti dokulu beyincikleriyle birlikte memeli beyni, yüksek zekâya ve duyuların güçlenmesine elverir. Bu özellikler bakımından *Dimetrodon* muhtemelen, Pensilvaniyen dönemde sinapsitler ve diyapsitler diye ayrışmış o küçük, pullu atasal canlılardan çok farklı değildi.

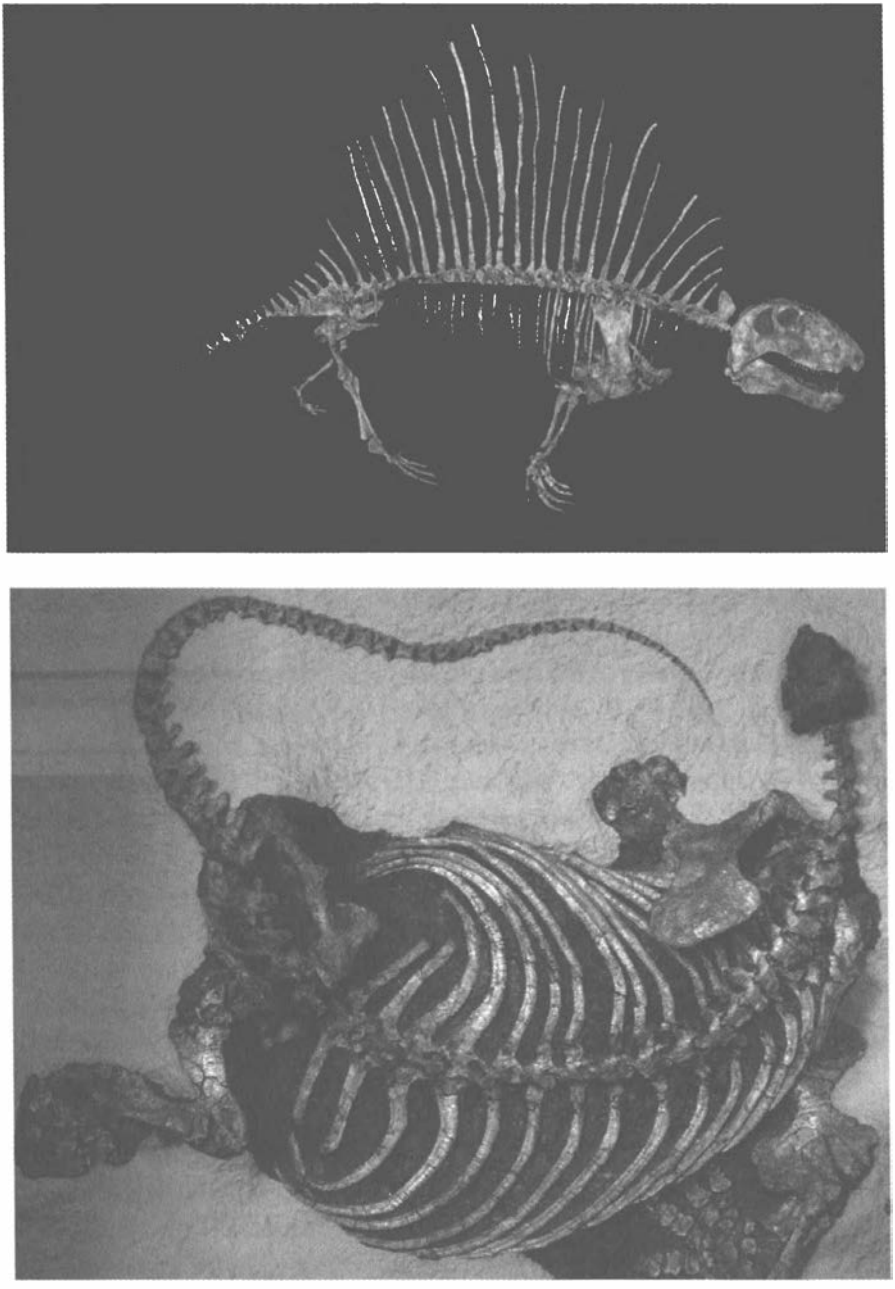
Fakat, başka özellikleri bakımından *Dimetrodon*, atalarından epey farklıydı. Bunun en bariz görüldüğü yer ağızdı. Bu organda dişler, çoğu amfibide ve diyapsitte görülen bıçak ağzı veya çivi şekilli dizilere zerre benzemiyordu. Ağız

kısmının ön bölümü iri, yuvarlak kesicidişler barındırıyordu. Bunların ardından kocaman köpekdişleri geliyor, yanak hattı boyunca daha ufak, keskin kavisli azıdişleriyle bitiyordu. Bu, klasik memeli diş takımının evrimindeki adımlardan biriydi. Ağaç kütüğüne saklanan *Archaeothyris* gibi erken dönem pelikozorlarda köpekdişi gelişiminin ardından belirmişti. Çene kaslarındaki tadilatlar, diş değişiklikleriyle uyumluydu. Çene kasları irileşti, alt çeneye daha derinden, daha güçlü bağlandılar. Böylece ısırık gücü arttı. Omurgada da değişikliler meydana geliyordu. Şimdi tek tek omurlar birbirleriyle öyle bağlantılıydı ki sürüngenlerin ve amfibilerin karakteristik özelliği olan, vücudun yandan yana o tuhaf dalgalanma hareketini sınırlıyordu.

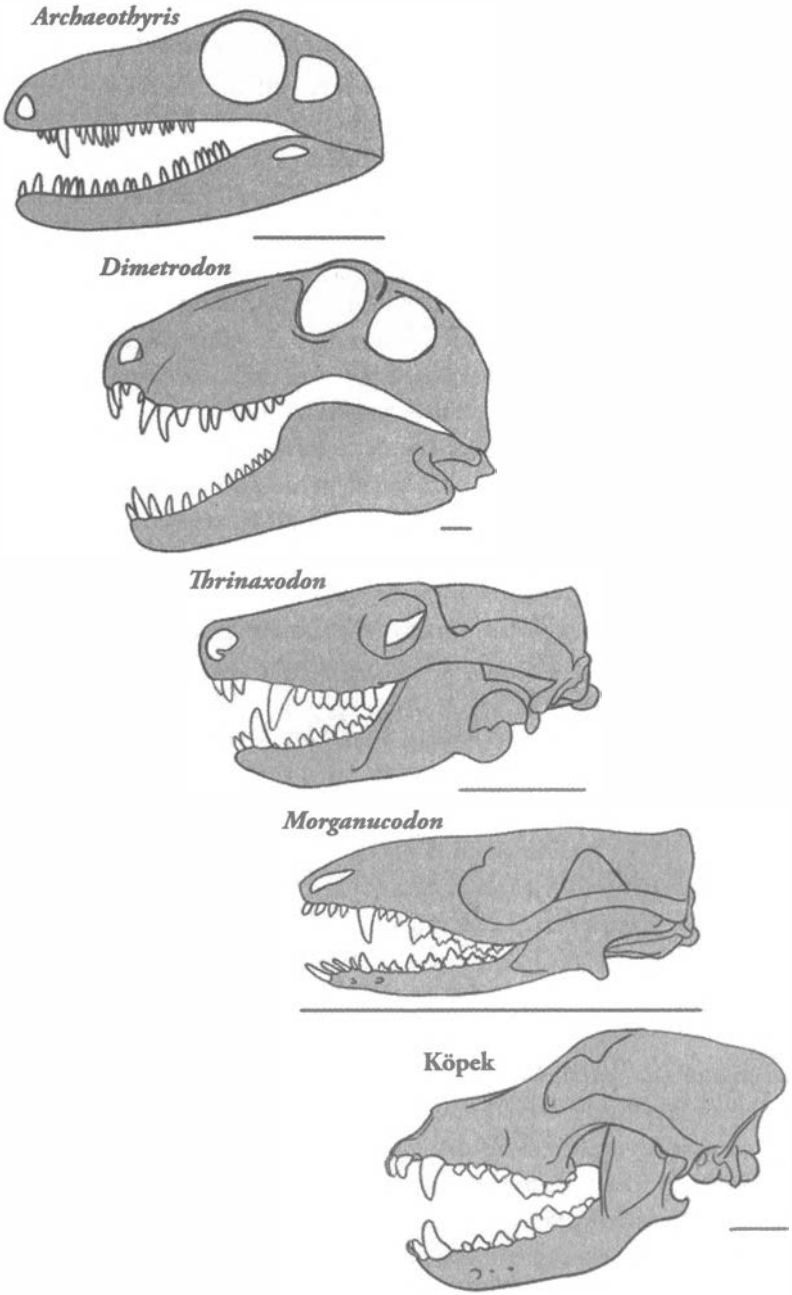
Dolayısıyla *Dimetrodon*'da ilkel ve ileri özelliklerin bir karışımı mevcuttu. Kadim sürüngenlere özgü yapıları ve memelilerin olmazsa olmaz daha karmaşık niteliklerini birleştiren bir nevi Frankenstein yaratık. Aile ağacındaki konumuna bakınca, *Dimetrodon*'dan tam da bunu bekleriz. Eski ders kitaplarında *Dimetrodon*'a ve benzer hayvanlara, "memeli benzeri sürüngen" diye atıfta bulunulduğunu görebilirsiniz. İlham verici olsa da güncelliğini yitirmiş bir terimdir bu. Çünkü dış görünüşüne rağmen, *Dimetrodon* ne sürüngendi ne de asıl sürüngenlerden türemişti; zira sürüngenler diyapsit grubundan geliyordu. *Dimetrodon*'un "sürüngenvari" özellikleri henüz sıyrılamadıkları ilkel özelliklerden ibarettir. Oysa bilimsel sınıflandırma jargonunda, *Dimetrodon* ve öteki pelikozorlar "kök memelilerdir"; modern memelilere doğru ilerleyen evrim soyunda yok olmuş türleri ifade ederler. Dolayısıyla günümüzde varlığını sürdüren başka gruplara kıyasla memelilerle daha yakın akrabadırlar. Memeli beden planı milyonlarca yıllık zaman zarfında parça parça bu kök soyda inşa edildi. Memeli kök soyunda canlılar en başta sürüngen gibi görünüyordu. Fakat sürüngen falan değillerdi! Başkalaştılar, ufak tefek, tüylü, iri beyinli, sıcakkanlı memeliler haline geldiler.

Peki, bunun ne anlama geldiğini biliyor musunuz? *Dimetrodon*, *T. rex*'ten ya da *Brontosaurus*'tan ziyade bizlerle daha yakın akraba.

Erken Permiyen sırasında *Dimetrodon*'un en şaşaalı günlerinde (yaklaşık 299 ila 273 milyon yıl öncesinden itibaren), memeliler hâlâ hayata geçmemiş bir kavramdı. Evrim henüz memelileri montajlamamıştı. Doğrudur, *Dimetrodon* ve soydaşları, günümüzde memeli alameti farikası olarak bildiğimiz özellikleri evrimleştirmekteydi, ama, bu özellikleri, memeli *olmak için* evrimleştiriyor değillerdi. Doğal seçilim gelecek planları yapmaz. Yalnızca şimdiki zamanda iş görür. Organizmaların, yani başlarındaki koşullara uyum göstermelerini sağlar. Dünya tarihinin devasa tertibinde, yerel hava şartlarındaki ya da yerel topoğrafyadaki değişiklikler, yırtıcıların yeni bir orman cebine gelişi, aniden yeni bir gıda tipinin elverişli olması gibi gelişmeler o an için ufak çaplıdır. *Dimetrodon*



Pelikozorlar, memelilerin ilkel sinapsit öncülleri: yelken sırtlı ***Dimetrodon*** (üstte) ve bitki yiyen koca göbekli caseid (altta). (fotoğraflar, sırasıyla, H. Zell ve Ryan Somma'ya aittir)



Sinapsit tarihinde kafataslarının ve dişlerin evrimi; dişlerin nasıl karmaşıklaştığını, memelilerde kesicidişlere, köpekdişlerine, küçük azıdişlerine, büyük azıdişlerine nasıl ayrıldıklarını gösteriyor. Ölçek = 3 santim. (Sarah Shelley'nin çizimi)

ve başka pelikozorlar açısından beslenme tarzı muhtemelen, evrimlerinde, dolayısıyla da bu ilk memeli özelliklerinin gelişiminde önemli bir itici güçtü.

Dimetrodon bulaşmak isteyeceğiniz bir hayvan değildi. Kendi ekosisteminde, yani göletlerle bezeli, ırmakların kestiği yemyeşil ova ormanlarının tepe yırtıcısıydı. Kömür bataklıkları uzun süre önce gözden yitmişti, ama bu ekosistemlerin hâlâ batak, sulak kısımları vardı. Boyu aşağı yukarı 4,5 metreye, ağırlığı 250 kilograma varan *Dimetrodon*, canı ne çekerse onu mideye indiriyordu. Menüde hem sinapsitler hem diyapsitler dahil başka kara tetrapodları da vardı; ayrıca su akıntısı kıyılarında hareket eden amfibileri, ırmaklarda yüzen tatlı su köpekbalıklarını da yiyordu. Yelken sırtlı tehlike, dört mevsim yeşil olan korularda, kıyı şeritlerinde pusuya yatar, kurbanlarını kapmak için yeni evrimleşmiş kesicidişlerini, öldürücü ısırık için orak şekilli köpekdişlerini, yutmadan önce kasları ve tendonları ayırmak için çene dişlerini kullanırdı. Eğer av, herhangi bir aşamada kaçmaya uğraşırsa, *pat!*, tuzak kapanıyordu. O dev çene kasları kapanıp avı sımsıkı tutuyordu. Bu şekilde davranan *Dimetrodon*, gelmiş geçmiş tepe kara yırtıcıları arasında hakikaten büyük, güçlü ilk hayvanlardan biriydi. Uzak memeli mirasçılarının pek çoğunun (mesela aslanların ve kılıçdişli kaplanların) nihayetinde dolduracağı bir nişin kurucusu oldu.

Dimetrodon'un maceracı ruhu depreşmişse ya da acıkmışsa, başka bir pelikozor türüne, adeta ikizi olan *Edaphosaurus* adlı canlıya saldırabilirdi. Keza yelkenli olan bu yaratığın genel uzunluğu *Dimetrodon*'unkinden azıcık kısaydı, ama, biraz daha ağırdı. Karnı şişkin, kafası ufaktı. Fakat, *Edaphosaurus* ağzını açtığında, *Dimetrodon*'dan ayrı bir tür olmakla kalmadığını, beslenme tarzının da bambaşka olduğunu anlayabilirdiniz. Kesicidişler ve köpekdişleri yerine, *Edaphosaurus*, üçgen şekilli standart keskin diş dizisine sahipti. Ayrıca damakta ve alt çenenin iç yüzeylerinde kendine özgü, daha küt uçlu ikinci bir diş takımı bulunuyordu. Art arda vurulan darbeler, bitki yemek için mükemmeldi. Üst ve alt çenenin yanak dişleri bir nevi bahçe makası misali birlikte çalışıyor, yaprakları, kökleri buduyor, iç taraftaki dişler ise ezme ve öğütme işlerini hallediyordu.

Bitki yemek çok özel bir işmiş gibi görünmeyebilir; günümüzde hayvanların beslenmesinin hayli yaygın bir yoludur. Fakat, Permiyen dönem sırasında, dumanı tüten yeni bir eğilimdi. *Edaphosaurus*, bitkiyle beslenmede uzmanlaşmış ilk tetrapodlardan biriydi. Pensilvaniyen dönemdeki ataları Yağmur Ormanı Çöküşü'nden önce bu beslenme tarzını sınamaya başlamıştı, fakat sonrasında daha yağışsız ve mevsimsel, tohumlu bitkilerden yana zengin bir dünya boy gösterdi. Böylece bitkiyle beslenmek, normal yaşam tarzına dönüştü. Aslında, farklı pelikozor grupları bağımsız olarak yeşillikleri kapsayan bir damak zevki evrimleştirdi. Söz konusu beslenme tarzının, geçici bir moda olmaktan çıkıp ana akıma girdiğinin işaretiydi bu. Böylesi gruplardan biri olan caseidler belki

de sinapsitlerin en tuhafıydı. Minik kafalı bedenlerinden ve fıçı şekilli göğüs kafeslerinden ötürü, evrim ürünü işlevsel hayvanlardan ziyade *Yıldız Savaşları* filminden karakterler gibi görünüyorlardı. Fakat, bu hayvanlar pekâlâ gerçekti, bitki yemekte çok becerikliydiler, bazıları kendi zamanlarının en ağır sinapsitlerine dönüştü, mesela yarım tonluk *Cotylorhynchus*. Bu hayvan, yalayıp yuttuğu tüm yaprakları ve dalları sindirmek için şişman, geniş bir işkembeye muhtaçtı. Böylece *Edaphosaurus* grubu ve caseidler hep birlikte, gıda zincirinin tabanından yer alan büyük otçullar nişini başlattı. İleride pek çok memeli (atlardan, kangurulara, geyiklere ve fillere) bu nişi mesken tutacaktı.

Et oyucu *Dimetrodon*, bitkileri emerek içine çeken *Edaphosaurus* ve tombul caseidler, erken Permiyen'de palazlanmış pek çok pelikozordan sadece birkaçıydı. On milyonlarca yıl boyunca dünya onlarındı (özellikle de Pangea'nın başka bölgelerine kıyasla daha nemli, daha az mevsimsel olan tropikal bölgeler). Fakat, tam da zirvedeymiş gibi göründükleri dönemde, pelikozorlar gerilemeye başladı. Bunun sebepleri pek net değil, ama, muhtemelen Karbinofer Yağmur Ormanı Çöküşü'yle başlayan ısınma ve kuruma eğiliminin tepe noktasına çıkması ve Güney Kutbu'nda buz örtülerinin nihayet gözden yitmesiyle bağlantılıydı. Yaklaşık 273 milyon yıl önce erken Permiyen yavaş yavaş orta Permiyen'e ilerlerken, bölge kuraklaştıkça, tropikal bölgelerde yaşayan pelikozorların çeşitliliği dibe vurdu. Bir kez daha, ani bir felaket söz konusu değildi, ama milyonlarca yıla yayılan uzatmalı ölüme doğru sürüklenmişlerdi. Yüksek enlemli ılıman bölgelerde de büyük değişiklikler yaşandı, türler neredeyse tamamen yok oldu. Hem tropikal bölgelerde hem ılıman alanlarda yeni bir sinapsit tipi boy gösterdi. Hızla çeşitlenip yeni bir tür derlemesine can veren bu hayvanlar arasında kimi etçil kimi otçul olanlar, kimi gölgeleri mesken tutan kimi de dev boyutlara ulaşanlar vardı.

Bu hayvanlar therapsitlerdi. *Dimetrodon* benzeri pelikozorlardan evrimleştiler, ardından hızlı büyümeyle, yüksek hızlı metabolizmayla, keskin duyularla, daha etkili hareketle, güçlü ısırıkla alakalı pek çok ileri özellik geliştirdiler. Memelilere uzanan hat üzerinde, sıradaki büyük adım bu hayvanlardı.

***

Güney Afrika'da Karoo, güzel ama çetin bir yerdir. Sonsuz mavi gökyüzü, bir sakinlik havası katar, ancak, bulutsuz manzara, çok az yağmur yağdığı anlamına gelir. Burası klasik bir çöldür. Gün içinde insanı kavurur, geceleri tir tir titretir. Havası epey kurudur. Esintisi, aloe bitkilerini ve kumdan, kayadan baş vermiş ısıya uyumlu başka çalılıkları zar zor hışırdatır. Avrupa'dan gelen ilk davetsiz misafirler buraya yerleşmek için pek çok nafile girişimde bulundu. Elbette, Yerliler burada yaşayabiliyordu, ancak Hollandalılar ve Britanyalılar bu duruma

pek aldırış etmediler. Yerli halk bir süre güvendeydi, ta ki yerleşimciler yollar ve tren rayları inşa edene, topraktan su çekmek için yel değirmenleri getirene dek. Karoo kısa süre içinde çiftlik arazisine dönüştü. Güney Afrika'nın kuzu ve yün sanayisinin merkezi oldu.

Yol inşa etmek maharet isteyen bir işti. Çalışanlar, zalim iklim koşullarına katlanmanın yanı sıra, kayaları patlatarak ilerlemek zorundaydı. Karoo'nun her yerinde kayalara rastlanır; dağların içine, vadilere yayılmıştır, çöl zeminini benek benek kaplar. Birbiri peşi sıra gelen kaya katmanları (çoğunlukla eski ırmaklarda, göllerde, kumullarda oluşmuş kumtaşları ve kiltaşları) devasa bir düğün pastası gibi dizilmiştir, bazılarının kalınlığı on kilometreye varır. Karbonifer ve Permiyen dönemleri sırasında ve müteakip Triyas ve Jura dönemlerinde, Karoo ferah bir havzaydı. Bitkilerden, hayvanlardan geçilmiyordu. Irmaklar, Karoo'nun çevresindeki dağlardan akıp geldikçe, çamur ve kum birikmişti. Adeta aç bir havzaydı, midesi asla tam dolmuyordu, çünkü ırmaklar yükünü boşalttıkça, fay hareketleri, havza zeminini alçaltmayı sürdürüyordu. Bu açmaz sona erdiğinde Karoo'nun bağrında Yerküre tarihinin en az yüz milyon yıllık kaydı oluşmuştu: Karbonifer Yağmur Ormanı Çöküşü, Permiyen dönemde karanın nemden arınması, dondurucu buzluktan seraya geçiş ve süperkıta Pangea'nın montaj kayıtlarını içeren kayaç dizileriydi bunlar.

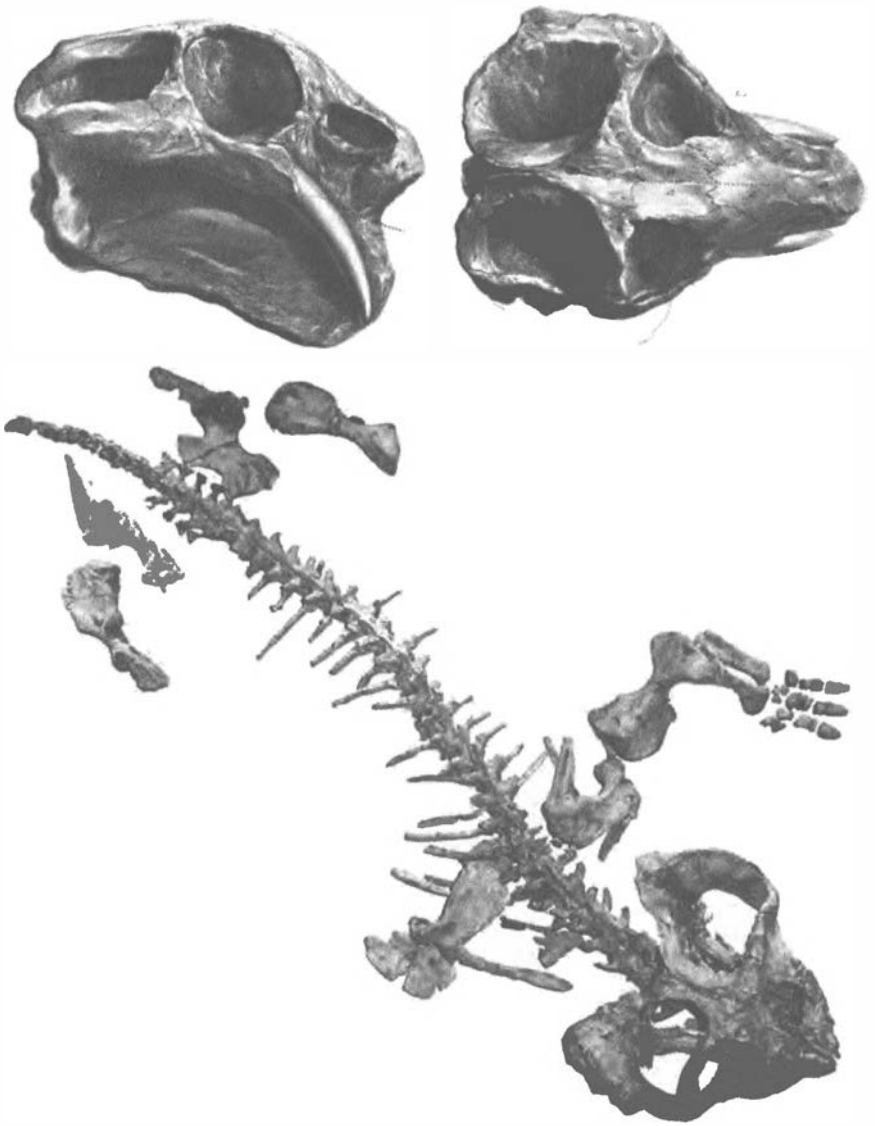
Nitelikli mühendislerin bu kayaçlarda yol açması gerekiyordu. En iyilerinden biri Andrew Geddes Bain'di. İskoçya'nın Highlands Bölgesi'nde doğmuş olan Bain, ergenlik çağında Güney Afrika'ya taşındı. Albay olan amcası, Cape Colony eyaletinde görevliydi. Burası o zamanlar Britanya İmparatorluğu'na dahildi. Bain pek çok iş denedikten sonra (saraç, yazar, yüzbaşı, çiftçi), askeriyeden, Karoo'da yol inşa etme ihalesini kaptı. Döşediği yolun her kilometresiyle birlikte kayaçlara aşinalık kazandı. Nihayetinde, etkileyici meslek listesine jeologluğu da ekledi. Güney Afrika'nın ilk ayrıntılı jeoloji haritasını çizdi. Bain kayaçların içinde bulunmuş ilginçlikleri de toplamaya başladı, mesela Güney Afrika'nın modern savana hayvanları arasında benzeri olmayan köpek ebatlı, iri dişli hayvanların Permiyen dönemden kalma kafatasları. Bu kafataslarının ilkini 1838'de, Fort Beaufort civarında çalışırken buldu. Bu küçük köy, dinî misyonerlik olarak kurulmuş, ardından askeri kampa dönüştürülmüştü. Fosillerin sergileneceği bir yerel müze yoktu, dolayısıyla Bain bunları Londra'ya gönderdi, Jeoloji Derneği ödeme yapmaya başlayınca fosil yollamaya devam etti.

Bain'in fosilleri, Britanya'nın başkentinde sıradışı anatomici ve doğa bilimci Richard Owen'ın eline ulaştı. O zamanlar kırklı yaşlarının ilk yarısında olan Owen, Victoria Dönemi'nde Britanya bilim kurumunun en büyük ismiydi. Yalnızca birkaç sene önce, güney İngiltere'de bulunmuş eski devlerin iskeletlerini betimlemek için "dinozor" kelimesini uydurmuştu. Birkaç sene sonra, British

Museum'un doğa tarihi müdürü oldu. Ömrünün alacakaranlığına yaklaşırken, Londra'da üst sınıfların ikamet ettiği South Kensington semtinde Doğa Tarihi Müzesi'nin kurulmasına yardımcı oldu. Kraliyet ailesinin gözdesiydi; Victoria ile Albert'in bazı çocuklarına öğretmenlik yaptı. Bilimsel çalışmalarıyla birlikte bu hizmetinden ötürü şövalyelik unvanı kazandı. Victoria Dönemi'nde şu veya bu konudaki bilimsel başarılar için madalya ya da ödül veriliyor olsaydı, Owen'ın uzun meslek yaşamında bir ara bunları kazanacağına bahse girebilirdiniz. İğneleyici konuşan bir paranoyak, iki yüzlü bir benmerkezci olması, kavga düşkünlüğü, dostlarından da düşmanlarından da çok daha kültürlü olması, dehasına işaret ediyor.

Owen 1845'te Bain'in bazı fosillerinin bir betimlemesini yayımladı. Fosillerden birine *Dicynodon* adını vermişti. Kafa karıştıran bir hayvandı. Sürüngen benzeri kafasının ucunda gaga vardı, ama, hırlayan bir köpekdişi takımı da bulunuyordu; adını buradan almıştı. "İki-köpek dişi" anlamına geliyordu. Müteakip yayımda tasvir edilen başka bir türe *Galesaurus* adını verdi: "sansar kertenkele." Owen'ın nazarında isim, fosillerde gördüğü şeyi yansıtıyordu: kertenkele benzeri ve memeli benzeri özelliklerin olağandışı bir karışımı. Bain'in bulduğu pek çok kafatasındaki dişlere özellikle sevdalanmıştı. Bunlar arasında memelilerin bilindik kesicidişleri, köpekdişleri ve yanak dişleri vardı. Fakat, başka bakımlardan bu hayvanlar, yapıları ve vücut orantılarıyla sürüngen gibi görünüyordu; öyle ki Owen bazılarını yanlış sınıflandırıp dinozor saydı.

Owen, Bain'i daha fazla fosil toplamaya teşvik etti. Afrika'daki uzak sömürgeden fosil geldikçe, bunları incelemeye, isimlendirmeye devam etti. Hatta ergenlik çağındaki Prens Alfred'den (Victoria ile Albert'in dördüncü çocuğu, taht sırasında ikinci) 1860'da Güney Afrika'ya yaptığı ziyarette ilave numune toplamasını rica etti. Prens lütfedip iki *Dicynodon* kafatasıyla döndü. Karoo fosillerinin envanteri genişlese de, Owen bunlardan ne anlam çıkaracağını bilmiyordu. Memelilere pek çok açıdan benziyorlardı. Hem denemelerinde ve seminerlerinde, hem de Güney Afrika fosilleri için oluşturduğu kilometre taşı niteliğindeki 1876 tarihli katalogda bunu kabul etti. Öyle olsa bile, Owen, bunları memelilerin atası, sürüngen benzeri ilkel hayvanlar ile modern memeliler arasındaki zincirden halkalar olarak sayamıyordu. Çünkü bizzat evrim konusunda Charles Darwin'le kavgaya tutuşmuştu. Yılmaz bir toplumsal muhafazakâr ve hararetli bir statüko savunucusu olan Owen, Darwin'in doğal seçilim yoluyla evrim kuramını kabul etmiyordu. *Türlerin Kökeni* kitabı için alaycı bir inceleme kaleme aldı. Bilim tarihinde hatalı tenkitlerin en harikalarından biri olarak göze çarpar. Owen, türlerin değişemeyeceğini düşünüyor değildi, sadece Darwin'in mekanizmaya dair fikirlerinin yanlış olduğu kanaatindeydi. Bir de doğrusu kişisel garezi vardı.



Dikinodonlar; memelilerin ilkel sinapsit öncülleri: Richard Owen'ın 1845 tarihli incelemesinden *Dicynodon* kafatası (üstte) ve iskeleti (altta). (fotoğraf Christian Kammerer'e aittir)

O halde Darwin'in en sağlam savunucusu Thomas Henry Huxley'in (doğa bilimciydi; dinî görüşlerini betimlemek için "agnostik" terimini uydurmuştur), Owen'ın Karoo sürüngenlerinin memeli özelliklerini ya da memelilerin bu hay-

vanlardan evrimleşmiş olma ihtimalini kabul etmemesi şaşırtıcı değildir. Bunun yerine Huxley, geçmişe dönüp baktığımızda absürt görünen bir sav ileri sürdü: Memelilerin, semender tipi amfibilerden evrimleşmiş olduğunu söyledi. Owen ve Huxley ilerleyen yıllar boyunca atışmaya devam ettiler. İkisi de 1890'larda bu dünyadan göçtüğünde, tartışma henüz çözüme kavuşmamıştı; gerçi çoğu kanıt Owen'ın lehineydi. Bu ipuçları arasında, yeni keşfedilmiş yelken sırtlı sürüngen *Dimetrodon* da vardı. Bu fosili ve Kuzey Amerika'da bulunmuş başka fosilleri betimleyen paleontolog Edward Drinker Cope (bu ismi unutmayın, daha serüven dolu bir ortamda yine karşımıza çıkacak), "sürüngenimsi" pelikozorlar, Owen'ın Karoo fosilleri ve günümüz memelileri arasında bağlantı olduğunu savundu.

Owen ve Cope'un haklı oldukları, Bain'in yolunu takip edip Güney Afrika'ya göç etmiş olan başka bir İskoç tarafından, nihayet onlarca yıl sonra kanıtlandı. Robert Broom dokuma sanayisiyle ünlü Paisley'de doğmuştu. Glasgow'da tıp doktorluğu eğitimi aldı. Birkaç yıl boyunca Glasgow Kadın Doğum Hastanesi'nde kadın doğum uzmanlığı yaptı, ama tüberküloza yakalanmaktan ürküyordu, dolayısıyla yurt dışına göç etti. Önce Avustralya'ya, sonra Güney Afrika'ya. Fakat, onu taşınmaya iten yegâne etken korku değildi; bir tutkusu da vardı: Memelilerin kökenini anlamaya can atıyordu. Broom çocukken hevesli bir doğa meraklısıydı. Üniversitede karşılaştırmalı anatomi dersleri almıştı. Böylece paleontolojiye sevdalandı. Avustralya'da geçirdiği sürede kıtanın tuhaf keseli hayvanlarını inceledi. Ardından özellikle Güney Afrika'ya taşındı, böylece Karoo'da "memeli benzeri sürüngenler" toplayıp inceleyebilirdi. Onlarca yıl boyunca tıp mesleğini icra etti, taşra kasabaları arasında sık sık yer değiştirdi, bu esnada hobi olarak fosillerin peşine düştü, ara sıra da kasabalarda belediye başkanlığı yaptı.

Yirminci yüzyılın ilk yarısı sırasında Broom, Güney Afrika'nın önde gelen bilim insanlarından biriydi. Karoo fosilleri hakkında dört yüzü aşkın makale kaleme aldı, üç yüzden fazla "memeli benzeri sürüngen" betimledi. Broom'un gelişinden önce Karoo fosillerinin çoğunluğu gelişigüzel incelenmişti. Owen bile bu şekilde çalışmıştı. Doğrusu Owen, dinozorlar, modern memelilerin teşrihi, Victoria Dönemi'nin toplumsal vazifeleri ve Darwin'le girdiği ağız dalaşlarına kıyasla bu fosillere düşük ayrıcalık tanımıştı. Öte yandan Broom bu fosilleri hayatının görevi belledi. Meseleyi, nevrotik bir çizgi roman koleksiyoncusu gibi ele aldı. Karoo çölünü sistemli şekilde etüt etti, çiftçilerle, yol işçileriyle arkadaşlık kurdu, onlara fosil iskeletlerini tanımayı öğretti. Söz konusu inşaat işçilerinin (Croonie Kitching'in oğlu James gibi) ve çiftçilerin (Sidney Rubidge'in torunu Bruce gibi) ailesine mensup kişilerin baba mesleğini bırakıp Güney Afrika'nın önde gelen akademisyen paleontologları olmaları, Broom'un geride bıraktığı çarpıcı mirasın kanıtıdır. Günümüzde Bruce Rubidge ve Witwatersrand

Üniversitesi'ndeki çalışma arkadaşları, yerel topluluklarla ve Yerli öğrencilerle kol kola çalışarak bu mirası ileri taşıyorlar.

Broom'un sarf ettiği büyük çaba, Cope'un pelikozorlar, Permiyen dönem Karoo fosilleri ve memeliler arasında varsaydığı bağlantıyı kesin olarak kanıtlıyordu. Broom 1905'te "therapsit" terimini icat etti. Amacı, Karoo'nun "memeli benzeri sürüngenlerini" sınıflandırmaktı. Memelilerin bu gruptan evrimleştiğini şiddetle savundu. Derken 1909'da ve 1910'da ABD'yi ziyaret etti. Burada *Dimetrodon* fosillerini ve başka pelikozorların fosillerini inceledi. Pelikozorlar ile therapsitler arasında şaşmaz benzerlikler gördü. Çığır açan bir incelemede, bunların yakın akraba olduğunu savundu. Böylece, iki parçayı bir araya getirip pelikozor-therapsit-memeli bağlantısının arkasında durdu. Therapsitleri, özellikle gayet gelişkin ve dik uzuvlarından ötürü pelikozorların ileri bir versiyonu sayıyordu. Bu sayede ayağa kalktıklarında vücutları düzleşiyor, karınları zeminden uzaklaşıyordu. Bu anlamda, tedricen memelileşiyorlardı. Dolayısıyla, önce pelikozorlar geldi, therapsitler de memelilere uzanan hatta bir sonraki adımdı.

Therapsitler neye benziyordu? Yüzlerce tür mevcuttu, müthiş çeşitlilik sergiliyorlardı. Owen'ın *Dicynodon*'uyla daha önce tanıştık. En yüksek çeşitliliğe sahip Permiyen therapsit altgrubuna (dikinodonlara) adını veren tür. Owen *Dicynodon* ismini verdiğinde, bu hayvan bir nevi şöhret kazandı. Londra'nın 1851 tarihli ünlü Kristal Saray Sergisi'nde*, yeni keşfedilmiş *Iguanodon* ve *Megalosaurus* dinozorlarıyla yan yana sergilendi. Sergideki iki *Dicynodon* heykeli (günümüzde hâlâ görülebilir, gerçi az buçuk yıpranmışlardır), Victoria Dönemi insanlarına tarihöncesi dünyayı tanıttı. Bu şöhretin dezavantajı da vardı: *Dicynodon*, dikinodon grubunun keşfedilmiş ilk temsilcisi olduğundan, sürüyle yeni fosilin taksonomik çöplüğüne dönüştü. 168 civarı yeni tür, yüz elli yıllık zaman zarfında *Dicynodon*'a atfedildi, dolayısıyla Broom'un, "başa çıkmamız gereken en sorunlu cins" diye yakınmasına yol açtı, onu "mutlak kafa karışıklığına" itti.

Bu karmaşa anca 2011 yılında çözüme kavuştu. Mimarı yine bir paleontolog ve Broom kadar tutkulu, ayrıntıcı bir isim oldu: Christian Kammerer. Christian'la tanıştığımda Chicago Üniversitesi'nde doktora öğrencisiydi, ben de lisans öğrencisiydim. Christian kampüste meşhur insanlardan biriydi; onu herkes tanırdı, maharetleri hakkında öyküler anlatılırdı. Normal üniversitelerde bunun anlamı, spor becerisi ya da akrobasi yetenekleridir, ama, Chicago

---

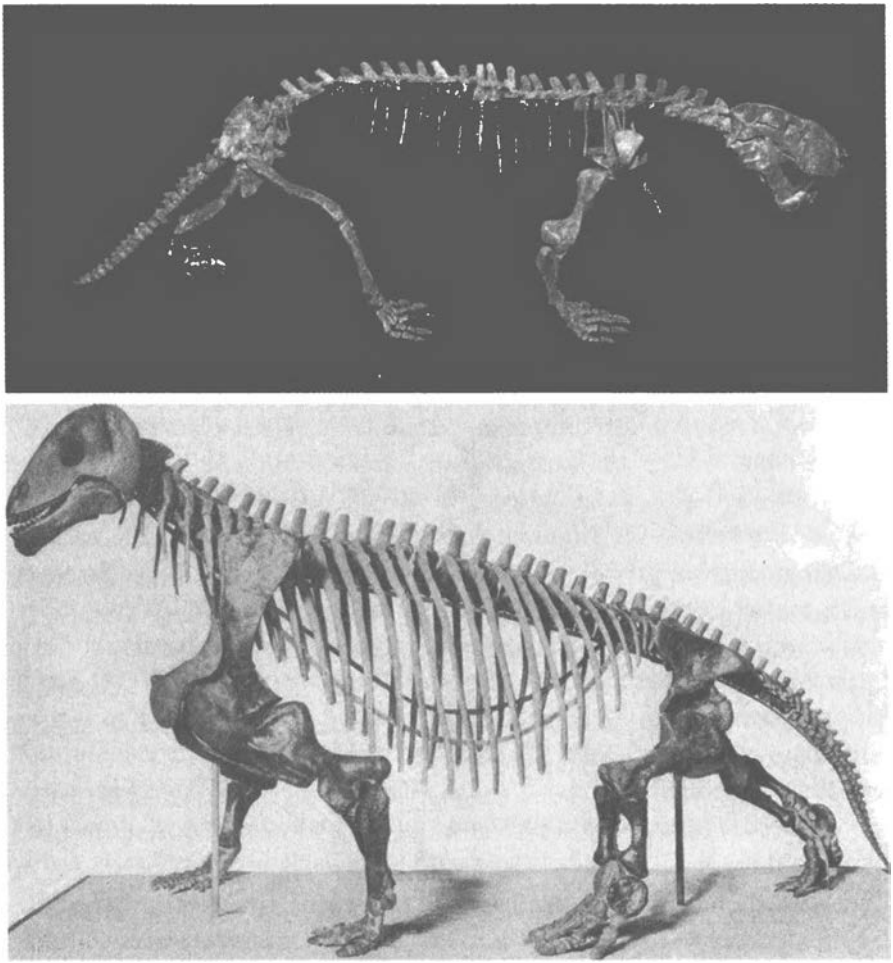
* Londra, Hyde Park içine inşa edilen Kristal Saray, 1851 Mayıs-Ekim ayları arasındaki Büyük Sergi'ye (resmi adıyla Tüm Ulusların Sanayi Eserlerinin Büyük Sergisi) ev sahipliği yaptı. Sonraki yıllarda Dublin, New York, Münih ve Paris'te devam eden uluslararası kültür ve endüstri sergileri serisinin ilkiydi. *–y.h.n.*

Üniversitesi öyle bir yer değildi (eğlencenin söndüğü yer sloganı ünlüdür). Christian bu ününü, Chicago'nun efsanevi hurda avından ötürü kazanmıştı. Dört gün süren bu inek öğrenci şenliğinde, tuhaf, harika, sıradışı eşyalar toplanırdı, mesela ev yapımı nükleer reaktörler (işlevsellik ilave puan kazandırır). *Dicynodon* adlı Gordion düğümünü çözmeye gelince, bu koleksiyoncu zihniyet Christian'ın epey işine yaradı.

Yıllar süren özenli araştırma, Christian'ın *Dicynodon*'a dair tek başına ele aldığı bir incelemesinde zirve noktasına çıktı. Bu incelemeyi, ne hikmetse iç içe geçmiş akademik yolculuğumuzun sıradaki durağı olan Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'ndeki ofisimizde karşı masamda otururken kaleme aldı. İncelemede yalnızca iki adet geçerli *Dicynodon* türünü kabul ediyordu. Bir zamanlar *Dicynodon* diye adlandırılan tüm öteki yaratıklar, birbirinden ayrı dikinodon soylarına aitti. Hepsi kümelendiğinde, farklı şekillere ve boyutlara sahip türlerden meydana geliyor, çalılık benzeri bir aile ağacı oluşturuyorlardı. *Dicynodon* çöp kutusu yıllar boyunca içinde inanılmaz bir çeşitlilik gizlemişti.

Dikinodonlar en kalabalık sinapsitlerdi, çoğunlukla da orta ila geç Permiyen kara ekosistemlerinde bütün dünyada en kalabalık omurgalılardı. Bitkiyle besleniyorlardı, muhtemelen geniş toplumsal gruplar halinde yaşıyorlardı. Çoğu dikinodon dişlerden mahrumdu (morslarınkini andıran köpekdişleri hariç). Dişlerin yerine geçirdikleri gaga, yaprakları ve kökleri kesmeye yarıyordu. Ardından yapraklar ve kökler, arkaya doğru keskin bir açı yapan güçlü ısırıkla toz haline geliyordu. Kısa bacaklı, şişkin göbekli, gülünç kısa kuyruklu bu hayvanlar, dallardan yaprak sıyırırken ya da topraktan yumru kök çıkarmak için dişlerini, tıknaz kollarını kullanırken, kendilerine özgü bir görüntü çiziyorlardı.

Kısa süreliğine dikinodonlar, başka bir therapsit altgrubu olan dinocephalialarla otçul nişini paylaştı. Bu "korkunç kafalı" vahşiler, kocaman, kütleli, çoğunlukla da budaklı yumrularla, çıkıntılarla ya da boynuzlarla kaplı ürkünç kranyumlarından ötürü bu ismi almıştır. Bunların kafatası kemikleri son derece kalın ve yoğundu. *Moschops* adlı türün kafatası kemiklerinin kalınlığı neredeyse on iki santimdi. Muhtemelen bu kemikleri eş ya da bölge hakimiyeti için kavga ederken rakiplerine tos vurmak üzere kullanıyorlardı. Dehşetli bir sahneyi gözümüzde canlandırabiliriz: İki *Moschop* alfa erkeği (grotesk kafaları, tıknaz vücutları, *Where the Wild Things Are* [Türkçede: *Vahşi Şeyler Ülkesinde*] kitabından fırlamış karakterlerin görüntüsünü kazandıran eğri sırtları), birbirlerinin beynine beynine toslarken, sürünün geri kalanı ringin etrafında toplanmış. Kimileri otçul olsa da, bazı dinocephaliaların vahşi etçiller olduğunu göz önünde bulundurursanız işler daha korkunç bir görüntü kazanır. Bunlardan biri olan *Anteosaurus*'un boyu beş metreye, ağırlığı yaklaşık yarım tona varıyordu. Kutup



Therapsitler, memelilerin ilkel sinapsit öncülleri: kılıçdişli bir gorgonopsia (üstte) ve tos vuran dinocephalia ***Moschops*** (altta). (fotoğraflar, sırasıyla, H. Zell ve AMNH Kütüphanesi'ne aittir)

ayısının genel ebatıyla aynı. Modern memelilerin ortaya çıkışından önce, gelmiş geçmiş en iri sinapsit yırtıcıları arasındaydı.

Başka bir therapsit yırtıcı tipi daha vardı. Ebadı azıcık daha ufaktı, ama, muhtemelen daha azılıydı. Bunlar gorgonopsia adlı canlılardı. Orta ve geç Permiyen dönemlerde dehşet saçmışlardır. Küçük bir köpek boyutunda da olabiliyorlardı, *Inostrancevia* gibi, uzunluğu 3,5 metre, ağırlığı yaklaşık 300 kilo, kafası 60 santim uzunluğunda canavarlar da vardı. En acımasız silahları, kılıçdiş tarzında, genişlemiş köpekdişleriydi. Çenelerini inanılmaz genişlikte

açabiliyor, böylece avlarının postunu ve soluk borusunu delen köpekdişleri için yeterince alan yaratabiliyorlardı. Fakat, kılıçdişli kaplanların aksine (onlar bizim gibi gerçek memelidir), gorgonopsiaların dişleri ömür boyu yenileniyor, böylece işler ters gittiğinde kırık köpekdişlerinin yeniden çıkacağına duydukları güvenle kurbanlarına saldırabiliyorlardı. İğne gibi batan sivri kesicidişler, cephaneliklerini tamamlıyordu. Bunları, can çekişen av hayvanını evirip çevirmek için kullanıyorlardı. Ayrıca genişlemiş çene kasları duruma göre şişiyor, diğer therapsitlerin çene kaslarına kıyasla geriye ve yanlara uzanabiliyordu. Gerçi, çok zeki değillerdi, çünkü pelikozor atalarının bayağı, tüp şekilli beyinlerini miras almışlardı.

Zaferi bunlar ve diğer therapsitler kazandı. Orta ila geç Permiyen dünyası onlarındı; dinozorların ve memelilerin daha sonra egemenlik kuracak olması gibi. Çeşitli therapsitler hep birlikte karmaşık ekosistemler oluşturuyordu. Dünya tarihinde sudan tamamen kopuk ilk ekosistemler bunlarınki oldu. Hatırlayacağınız üzere pelikozorlar, erken Permiyen'deki bu yolculukta bir uğrak noktasıydı, ama, hâlâ göl ve su akıntıları civarında yaşıyorlardı, köpekbalıklarını ve başka balıkları içeren gıda zincirlerinin parçasıydılar. Fakat, Karoo therapsitleri, (genel ekolojik yapı bağlamında) modern Afrika savana hayvanlarından pek farklı olmayan bir topluluk meydana getiriyordu. Çalılık yiyen dikinodon sürüleri, gıda piramidinin tabanını oluşturuyordu. Etçil gorgonopsialardan on kat kalabalıklardı. Kara bitkileri birincil üreticilerdi. Bitkiyle beslenen therapsitler ise birincil tüketiciydi. Tepe yırtıcı konumunda etçil therapsitler yer alıyordu. Günümüz savanalarındaki ot-öküz başlı antilop-aslan üçlüsünden pek farklı değillerdi.

Bütün bu therapsit çeşitliliği (dikinodonlardan dinocephalialara, gorgonopsialardan daha önce anmadığım pek çok altgruba) ortak bir atadan evrimleşti. Bu hayvan, et yiyen orta boy bir pelikozordu. Ağırlığı muhtemelen 50 ila 100 kilo kadardı. Erken-orta Permiyen sınırının öncesinde yaşamıştı. Bu ata ve ondan türemiş erken dönem therapsitler, sadece yaz mevsiminin görüldüğü nemli, tropikal bölgelerden uzakta yer alan, ılıman topraklardan gelmiş gibi görünüyor.

Bu erken dönem therapsitler sıradışı bir iş yapmaya başladı: Metabolizma hızları yükseldi, beden sıcaklıkları üzerindeki kontrolleri arttı. Bunun nedeni net değil. Belki yüksek enlemli yuvaları yüzünden daha mevsimsel iklimlerle baş etmek zorunda kaldılar. Vücut içi fırınlarına ince ayar yaparak hem soğuk dönemleri hem ısı dalgalarını sağ salim atlatabildiler. Belki de itici güçleri açlıktı. Therapsitlerin pelikozor ataları, yana doğru uzanan uzuvları ve yavaş hareket tarzlarıyla, olasılıkla "oturup-bekleyen" yırtıcılardı. Zamanın çoğunda aylak aylak dolaşıyor, av yakalamak için ara sıra ileri atılıyorlardı. Fakat, bazı therapsitler bilfiil yiyecek arıyordu. Geniş alanları kateder, avlarını yürüyerek bulmaya çalışırlardı. Bu avlanma yöntemi daha fazla enerji, dolayısıyla da daha hızlı metabolizma gerektirmiş olabilir. Tartışma henüz karara bağlanmış de-

ğil. Fakat şüphe götürmeyen bir gerçek varsa o da therapsitlerin fizyolojisinin Permiyen'de değişmekte olduğuydu. Sebebi ne olursa olsun, bu hayvanlar, memelilere özgü yeteneklerden birinin gelişiminde ilk önemli adımları atıyordu: sıcakkanlı (bilimsel jargonda endotermik) metabolizmamız.

Therapsitlerin (henüz tam sıcakkanlı olmasalar da), pelikozor atalarına kıyasla daha hızlı büyüdüklerini, metabolizmalarının daha faal olduğunu gösteren birkaç kanıt var. En sağlam ipuçlarına, kemikleri salam diliminden ince kesip slayt üzerine yerleştirerek mikroskopta kemik dokusuna bakarak ulaşıldı. Farklı doku tipleri, farklı büyüme hızlarının göstergesidir. Hatta kimi kemikler yıllık büyüme halkaları içerir (ağaç gövdesindeki halkalar gibi). Bu halkalar, hayvanın kaç yaşında öldüğünü belli eder. Kemik histolojisi adı verilen bu sahanın öncülerinden biri Güney Afrikalı paleontolog Anusuya Chinsamy-Turan'dır.

Anusuya, *apartheid* döneminde Pretoria'da büyüdü. Fen öğretmeni olmayı hayal ediyordu, ama onun toplumsal sınıfına mensup genç kadınlar için yüksek eğitim seçenekleri sınırlıydı. Emelinden vazgeçmek yerine, Witwatersrand Üniversitesi'ne başvurduğunda kendi tabiriyle "beyaz bir yalan" söyledi. Beyaz tenli olmayan öğrencilerden, ekseriyetle beyazların gittiği bir üniversiteye girme isteklerine dair ikna edici bir sebep sunmaları isteniyordu. Anusuya, paleoantropoloji okumak istediğini belirtti. Güney Afrika'nın zengin insansı fosili



Anusuya Chinsamy-Turan, laboratuvarında kemiklerin mikroskop görüntülerini inceliyor. (fotoğraf, Anusuya Chinsamy-Turan'ın izniyle kullanıldı)

kaydından ötürü, Wits'in bu alandaki ünü eşsizdi. Böylece Anusuya paleontoloji dersleri almak zorunda kaldı. Gelin görün ki Anusuya'nın küçük yalanı onun için bir tutkuya dönüştü. Eğitimine doktorayla devam etti, büyüme hızlarını belirlemek amacıyla fosil kemiği dokularının şifresini çözme konusunda dünya çapında bir uzman haline geldi. 2005 yılında da bilimsel katkılarının onuruna Yılın Güney Afrikalı Kadını seçildi.

Anusuya ve çalışma arkadaşları Sanghamitra Ray ile Jennifer Botha, bol bol therapsit kemiği kestiler, özellikle de dikinodonların ve gorgonopsialarının kaburgalarını ve uzuv kemiklerini doğradılar. Bu kemiklerde baskın bir doku tipine rastladılar. Buna fibrolamellar kemik denir. Örgülü doku rastgele biçimde düzenlenmiştir. Bu kaotik şablon, hızlı büyümenin eseridir: Kemik öyle hızlı tortulaşır ki kolajen ve mineraller rastgele bir desene göre dizilir. Bu desen, daha yavaş büyüyen hayvanların lamellar denen, mineral kristallerin muntazam katmanlar oluşturduğu kemik tipinden farklıdır. Fibrolamellar kemiğin yaygınlığı, bu therapsitlerde büyümenin süratle gerçekleştiği anlamına geliyordu, en azından yılın belli kısımlarında. Bu kemiklerde aynı zamanda büyüme çizgileri de bulunduğundan, büyüme zaman zaman duraksamış olsa gerek, muhtemelen kışın ya da yağışsız mevsimde. Dolayısıyla, bu therapsitlerin büyüme hızları, olağan "sürüngenimsi" türlere kıyasla yüksekti. Bazıları vücut sıcaklığı üstünde denetim kurabiliyordu, ama, bütünüyle sıcakkanlı memelilerin yaptığı gibi yüksek sıcaklığın sabit seviyede tutulması muhtemelen gerçekleşemiyordu.

Therapsitlerin metabolizmalarını hızlandırmakta olduğunu, vücut sıcaklıkları üzerinde daha düzgün kontrol kurduklarını gösteren başka bir ipucu daha var.

Vücut kılı.

Öyle görünüyor ki vücut kılını therapsitler icat etmiş. İçinde therapsit kemikleri bulunan koprolitler (fosilleşmiş dışkı), birbirine dolanmış kıl benzeri yapılar da içerir. Bu buluntular ihtilaflıdır, ama, söz konusu oluşumlar kılsa, muhtemelen therapsitlere aitler. Öte yandan kıl konusunda daha güçlü bir kanıt kümesi daha mevcut. Pek çok therapsit fosilinin yüz kemikleri çukurlarla, oyuklarla bezelidir; günümüz memelilerinin bıyıklarına kan ve sinir taşıyan kanal ağlarına benziyor bunlar. Therapsitlerin kürklü olduğunu, kılların bütün vücutlarını kapladığını demeye getirmiyoruz. Belki öyleydiler, ama, olasılıkla daha cılız bir kıl postları vardı ya da kılları küçük bölgelerle, mesela baş ve boyun çevresindeki kısımlarla sınırlıydı. Neticede olay şu ki kıl, therapsitlerde ortaya çıkmış gibi görünüyor.

Kıl, memeli yeniliklerinin en özlülerinden biridir. Etli ve bezli cildimizin temel bileşenidir. Tetrapod atalarımızın, günümüz sürüngenlerinde varlığını devam ettiren pullu kabuğundan hayli farklıdır. Kıl olasılıkla yardımcı bir duyu

(bıyıklar gibi), gösteriş yapısı ya da bezleri temel alan su geçirmezlik sisteminin parçası olarak ortaya çıktı, sonradan yeni bir amaç edinip ısıyı tutan bir vücut kaplamasına dönüştü. Hayvanın bedeninde bol miktarda kıl varsa, vücut ısısını en azından kısmen içeride ürettiğinin, ısının kaçmaması için elinden geleni yaptığının işaretidir. Isı üretmek maliyetlidir. Fırınınızı tam güçle çalıştıracaksanız, pencereleri de kapasanız iyi olur, yoksa doğalgaz faturanız çığrından çıkar. Memeliler için vücut kılı işte o kapalı penceredir.

Therapsitlerin artan büyüme hızları ve yüksek hızdaki metabolizmaları, muazzam evrimsel edinimlerdi. Bunlar, therapsit anatomisinde ve biyolojisinde gerçekleşmiş bir dizi başka değişiklikle alakalıydı. Therapsitleri pelikozor atalarıyla karşılaştırırken Broom'un fark etmiş olduğu üzere uzuvlar bedenin iyice alt kısmına girerek daha dik bir vücut duruşu sağladılar. Dikinodonların arka uzuvları dikleşmişti, ama, ön uzuvları yana doğru yayılıyordu. Bunu, hem omuzun ve leğen kemiği eklemlerinin şeklinden, hem de geniş aralıklı ön ayak izlerini takip eden dar arka ayak izi fosillerinden de anlayabiliriz. Gorgonopsialara gelince, evrimin daha ileri bir aşamasındaki bu canlıların ön uzuvları ve arka uzuvları aynı ölçüde diktir. Üstelik uzuvları daha da esnekleşmiştir. Therapsitler, pelikozorların kollarını yavaş, yanal hareketlerle kısıtlayan vida şekilli tuhaf omuz eklemini yitirdi. Böylece ön uzuvlar artık koşmak, kazmak, tırmanmak gibi yeni işler yapabilir oldu.

Bu değişiklikler birbirleriyle uyum içinde cereyan ediyordu. Pek çok vakada, arkalarındaki itici gücü gün yüzüne çıkarmak zordur. Erken dönem memeliler konusunda uzman Tom Kemp bu tabloyu "bağıntılı ilerleme" olarak adlandırıyor. Therapsitlerin birçok anatomik, işlevsel, davranışsal veçhesi hep birlikte değişiyor, bu sayede therapsitler, günümüz memelilerini tanımlayan özellikleri adım adım evrimleştiriyordu. Başka türlü ifade etmek gerekirse, Permiyen dönem devam ederken, therapsitler giderek memelileşiyordu.

Geç Permiyen'e gelindiğinde, bu uzun soluklu bağıntılı ilerleme yürüyüşü, yeni bir therapsit tipi üretmişti. Dikinodon ve gorgonopsia öncüllerine kıyasla daha ufaktı, uzuvları daha dikleşmişti, daha hızlı büyüyordu, metabolizması daha hızlıydı. Dişleri, çene kasları, beyni ve duyu sistemleri de değişiyordu. Bu yaratıklar (Owen'ın "sansar kertenkelesi" *Galesaurus* da bunların arasındaydı), kinodonlardı. Memelilere uzanan hatta bir sonraki büyük adım bunlardı.

İKİNCİ BÖLÜM

MEMELİ İMALATI



Thrinaxodon

Uzakta gök gürledi. Bardaktan boşanırcasına yağmur yağmaya başladı. Bir hayvan, sığındığı oyuktan başını çıkardı. Burnunu çekti. Bıyıklarını rüzgâra verdi. Buradan ayrılma vakti gelmişti. Hem de süratle.

Gelincik ebatlı bu yaratık (*Thrinaxodon*), oyuğunu birkaç ay önce kazmıştı. Toprak kavrulmuştu. Aylardır yağmur yağdığı yoktu. Irmak ha kurudu ha kuruyacaktı. Bir zamanlar ırmak kıyısına tutunmuş olan eğreltiotları ve kurdayağı otları, solmuş anıza dönmüştü. Küçük toz fırtınaları vadi boyunca sürükleniyordu. Yenebilir son yaprakları, kökleri çaresizce aramaya çıkmış şiş göbekli otçul sürülerini toprağa gömüyordu. Kimi leşler kum tepelerinde çıkıntı yapıyordu. Ölmüş ve mumyalaşmış bu hayvanların keskin dişleri, bu distopya manzarasına adamakıllı uğursuz bir hava katıyordu.

Hiç gıda kalmadığı şimdiden açıktı. Böcek möcek görünmüyordu, lezzetli amfibilerden eser yoktu. Cesetlerden çöplenecekleri, nemini yitirmiş kuru et arta kalmıştı. Dolayısıyla kürklü yaratık seçenekten mahrumdu: Çukur kazmalı, bir süre siper almalı, koşullar iyileşene dek kıymetli enerjisini korumalıydı.

Şimdi ise sanki düğmesine basılmış gibi vadiye şakır şakır muson yağmuru yağıyordu. Irmak kıyısı taştı, çukuru su bastı. *Thrinaxodon*'un dinlendiği yuvarlak şekilli hazneye yavaş yavaş su doluyordu. Dışarıda yeşil filizler çamuru delip geçmeye başlıyordu. Tıkanmış ırmak, çamuru kum tepeleri üstüne yaymış, tüyler ürperten mumyaların üstünü kaplamıştı. Belli ki her şey sil baştan başlayacaktı. Yaşam geri dönüyordu. Yağışsız geçen aylar uzak bir hatıraydı artık. Fakat, iki kutuplu bu dünyada yağmurlar uzun sürmeyecekti, dolayısıyla *Thrinaxodon* fırsattan istifade etmeliydi.

Metabolizmasını harekete geçirmek için önce midesine bir şeyler girmesi gerekiyordu. *Thrinaxodon* kurt gibi yerdi. Doymak bilmeyen iştahı, hızlı büyümesinin yakıtıydı. Hareketsiz geçen kesat aylarda ininde saklanmak ve beden sıcaklığını yüksek seviyede tutmak için gerekli enerji rezervlerini bu şekilde elde ediyordu. Zorunlu oruç, hayvanı olağan halinden de aç kılmıştı. Çok-küspisli keskin dişlerini böceklerin dış iskeletine ya da ırmak civarında toplanan küçük amfibilerin kaygan derisine geçirmeyi iple çekiyordu.

Karnını doyurduktan sonra, sıradaki önemli göreve geçebilirdi: eş bulmak. Bu *Thrinaxodon* bir yıldan kısa süre önce doğmuştu. Geçen yağmur mevsiminin sonuna doğru dünyaya gelmişti. İlk birkaç haftada annesinin, kardeşlerinin yanından ayrılmadı, böceklerle beslendi, ırmak vadisinin topografyasını öğrendi. Ardından kendi yoluna gitti. Çamurlu bir taşkın ovasında çukur açabileceği hoş bir alan buldu. Sıcaklık baş edilemez hale gelince de inine çekilip kendi üstüne kıvrıldı. Şimdi yağmurlar tekrar başlamıştı. Muhtemelen yegâne çiftleşme şansı buydu; doğum sonrası kısa, tuhaf bir yaşamda, bir eylemsizlikte eline geçen tek fırsat, son bir oburluk ve üreme furyası.

Gerçi, ırmağın iki yanı da *Thrinaxodon* çukurlarıyla bezeli olduğundan, en azından bol bol olası eş vardı. Çukurların içindeki yatak odaları küçük bir delik aracılığıyla yüzeye açılıyordu. Bu çiçekbozuğu deseni, ay üzerindeki kraterlere benziyordu. *Thrinaxodon*'umuz kendi etrafında pek çok yoldaşının kafasını çukurlarından çıkardığını, burunlarını çektiklerini, yağmurun kıllı yüzlerine vurduğunu, olan biteni anlamak için bıyıklarının gerildiğini görebiliyordu. Hepsinin aklını aynı soru meşgul ediyordu: Kalmalı mı gitmeli mi?

Thrinaxodon'umuz tercihini yaptı. Çukurundan dışarı fırladı, delikten geçebilmek için uzuvlarını bedeninin altına sıkıştırdı. Çamur düzlükte rahvan adımlarla ilerledi. Zemin, çorba kıvamında, vıcık vıcıktı. Dengesini korumak için ön ve arka uzuvlarını iyice yana doğru açtı. Bu sırada çukuruna su dolmasını izlerken, belirsiz bir geleceğe atıldı. Karşısına gıda ve eş çıkabilirdi de çıkmayabilirdi de. Her halükârda, kısa süre sonra hepsi geçip gitmiş olacaktı.

Bu *Thrinaxodon* farkında değildi, ama, ilginç zamanlarda yaşıyordu. Doğrudur, yaşam, evrim ve dünya tarihinde kapladığı yeri anlayacak beyin gücünden yoksundu. Fakat, benzer şekilde, ilginç zamanlarda yaşayan insanlar da çoğunlukla bunun farkında değildir, kendilerini fazlasıyla âna kaptırmışlardır, sıradaki öğüne, ailelerine ya da nice başka şeye odaklanmışlardır. Her şey yerli yerine oturuncaya kadar ve geriye dönüp bakmadıkça, çalkantılı zamanlarda yaşadığınızı fark etmezsiniz. Meğer bu *Thrinaxodon*'lar dünya tarihindeki en büyük felaket dönemindeymiş; on binlerce ila yüz binlerce yıllık kısa bir dönem. Bu evre feci bir yokoluşla başladı, tereddütlü bir iyileşmenin başlangıcını gördü, memelilerin atasal therapsitlerden yontulmasına yardımcı oldu.

***

Thrinaxodon, bir kinodondur. Yaklaşık 251 milyon önce, Triyas döneminin hemen başında yaşadı. Kinodonlar, memeli "kök soyunun" parçasıydı. Savunma dişli dikinodonların (yukarıdaki öyküde geçen mumyalar), kafa toslayan dinocephaliaların, kılıçdişli gorgonopsiaların yanı sıra therapsit grubunun ferdiydiler. Therapsitler, pelikozorlardan evrimleşti. Pelikozorlar da kömür ormanı zamanında sinapsit ve diyapsit kollarına ayrılan o "pullu yaratıktan" türemişti. Pullu yaratığın atası ise balıklardan evrimleşmiş, sürünerek karaya çıkmış, amniyonlu yumurtaları geliştirmiş tetrapodlara uzanıyordu.

Bunların hepsini geçen bölümde işledik. Fakat, yaşamın mazisi çok ama çok daha geriye uzanır: Balıklar yaklaşık 540 ila 520 milyon yıl önce ilk omurgalılardan evrimleşti. Bu minik yüzücüler, Kambriyen Patlaması denen evrimsel değişim girdabı sırasında bedenlerini kemikle güçlendirmeye başlamıştı. Günümüzde bildiğimiz pek çok okyanus canlısı grubu işte bu dönemde iskeletlerini icat edip palazlanmaya başladı; midye ve istiridye gibi yumuşakçalar,

deniz kestaneleri ve deniz yıldızları gibi derisidikenliler, karides ve yengeç gibi eklembacaklılar. Öncesinde bu hayvanların, yaklaşık 600 milyon yıl öncesine tarihlenen Ediacara zamanında yaşamış yumuşak bedenli ataları vardı. Bunların balonumsu bedenlerine ait belli belirsiz izler kumtaşlarına kazınmıştır. Yumuşak bedenli Ediacara canlıları ilk hayvanlardı. Bir araya toplanıp daha karmaşık çokhücreli biçimler oluşturabilen bakterilerden evrimleşmişlerdi. Bu iş yaklaşık iki milyar yıl önce, yani ilk tekhücreli bakterinin evrimleşmesinden (ki bu da Dünya gezegeninin gaz ve toz bulutundan oluşmasının yaklaşık yarım milyar yıl sonrasına tekabül eder) aşağı yukarı iki milyar yıl sonra gerçekleşti.

Yaşam dört milyar yıllık bir evrim gösterisi olageldi. Elbette günümüzde gösteri devam ediyor. Bütün bu zaman zarfında, yaşamın yok olmaya en çok yaklaştığı an (yeryüzünden tamamen silinmesi, dünyanın çorak gezegene dönüşmesi), Permiyen ile Triyas dönemleri arası geçişti: 252 ila 251 milyon yıl önce. Bu, *Thrinaxodon*'un günümüz Güney Afrika'sının Karoo beldesindeki çukurunda saklanmasından kısa süre öncesine (yani bahsi geçen felaketten sonraki çetin nekahet dönemine) denk gelen bir zaman dilimiydi.

Permiyen sonu, tüm kitlesel yokoluşların anasıydı. Tüm türlerin yüzde 90 civarını, belki daha fazlasını telef etti. Fosil kaydındaki pek çok kitlesel ölümün aksine, bir cinayet gizemi falan söz konusu değil. Düpedüz yanardağların işiydi. Dünya mantosunun derinlerindeki sıcak magma mevkilerinin beslediği megayanardağ denen oluşumlar. Bunlar, günümüz Sibirya topraklarının altına yerleşmişlerdi, ama o zamanlar Pangea süperkıtasının kuzey kenarındaydılar. Bu yanardağ püskürmeleri neyse ki insanların şahit olduğu tüm yanardağlardan farklıydı. Boyutları da ölçekleri de akıl almazdı. Yüzbinlerce yıl boyunca topraktaki dev çatlaklardan lav fışkırdı; her biri kilometrelerce uzunluğa varan yanardağ bacalarından oluşmuş geniş bir ağdı bu. Dünya kocaman bir palayla yarılmışçasına topraktan oluk oluk lav akıyordu. Ateş patlamalarının yaşandığı dönemler de oluyordu sakin geçen dönemler de. Her şey sona erdiğinde, Kuzey Pangea'nın birkaç milyon kilometrekaresi, lavların sertleşmiş kalıntısı olan bazaltla kaplanmıştı. Bugün, 250 milyon yılı aşkın aşınmanın ardından bile bu bazalt, yaklaşık iki buçuk milyon kilometrekareyi kaplıyor; Batı Avrupa kadar bir yüzölçümü.

Bu yanardağlar therapsit dünyasının huzurunu bozdu. Erken dönem memeli öncüllerinin Pangea gemisinde geçit töreni yaptığı bir zamandı. Nice canlı türü vardı. Çok şaşırtıcı şekillere, ebatlara sahiplerdi. Sivri savunma dişleriyle, gagalarıyla, kafa ezen baş kubbeleriyle, ete saplanan köpekdişleriyle pek çok şeyi yiyor, hırlayan yırtıcılardan bitki erbaplarına varana kadar birçok nişi dolduruyorlardı. Permiyen dönemin sonundan, yani ilk yanardağların patlamasından

hemen öncesine ait bir tepe noktasından bakınca, therapsitlerin hakimiyetini sürdüreceği sanılabilirdi, ama öyle olmayacaktı.

Geç Permiyen sırasında pek çok therapsit günümüz Rusya topraklarında yaşıyordu. Yanardağlardan çok uzak değillerdi. Gorgonopsialar kılıçdişlerini dikinodonlara saplıyordu, kinodonlar da oradaydı, tohumlu eğreltiotu ormanlarında saklanıyorlardı. Yanardağ püskürmelerinin ilk kurbanlarıydılar. Bunların pek çoğu uyduruk bir felaket filmindeymiş gibi muhtemelen kelimenin gerçek anlamıyla lava gömüldü. Fakat, yegâne zaiyat bunlar değildi, çünkü yanardağlar, göründüklerinden çok daha ölümcüldü. Lavla birlikte sessiz katiller de havaya sızıyordu. Karbondioksit ve metan gibi zehirli gazlar atmosfere karışıp bütün dünyaya yayıldı. Bunlar sera gazıdır. Güneş kaynaklı ışınımı soğurup Dünya'ya geri yansıtarak ısıyı kapana kıstırır, böylece kaçak bir küresel ısınmaya yol açarlar. Birkaç on bin yıllık dönemde hava sıcaklıkları yaklaşık 5 ila 8 santigrat derece (9 ila 14 Fahrenheit) yükseldi; günümüzdeki duruma benziyor, gerçi bugünün ısınmasına kıyasla bu ısınmanın hızı yavaştı (bunu okuyan herkes bir durup düşünmeli). Yine de bu kadarı, okyanusları asitlendirmeye, oksijenden yoksun bırakmaya, kabuklu omurgasızların ve başka deniz canlılarının topluca ölmesine neden oldu.

Karada durum daha parlak değildi. Olup bitenlere dair en doğru düzgün kayıtlar (hangi canlılar öldü, hangileri hayatta kaldı, işler ne kadar hızlı toparlandı), Karoo'dan geliyor. Yanardağlar püskürüp atmosfer ısındıkça Karoo iklimi erken Triyas boyunca ısındı, kurudu. Mevsimler belirginleşti, tıpkı gün içindeki sıcaklık dalgalanlamaları gibi. Fiiliyatta Karoo çöle dönüştü. Bugünkü haline benzemiyor değildi. Büyük bir istisna hariç: Bütün Pangea'yı yarıp geçen muson yağmurları ara sıra buradan da geçiyordu. Tohumlu eğreltiotu *Glossopteris* ile yaprak dökmeyen açıktohumluların hakim olduğu çeşit çeşit Permiyen ormanı çökerken, bitkiler ikinci ve son kitlesel yokoluşa maruz kaldı; Karbonifer Yağmur Ormanı Çöküşü'nün yaklaşık 50 milyon yıl ardından gerçekleşen yegâne yokoluş. Bunların yerini eğreltiotları ve kurdayağı otları aldı. Kömür bataklığındaki *Lepidodendron* ağaçlarının çok daha ufak akrabalarıydılar. Tohum yerine spordan hızlıca büyüyor, böylece şiddetli mevsim değişiklikleriyle ve yağış miktarındaki dalgalanmalarla daha düzgün başa çıkabiliyorlardı. Bitki örtüsü değişirken Permiyen döneminin geniş, kıvrımlı ırmak sistemlerinin yerini Triyas'ta, hızlı ilerleyen su akıntıları örgüsü aldı. Irmak kıyılarını sabitleyen büyük ağaç kökleri olmadığından bu ırmaklar yağmurlu mevsimde karayı aşındırıyor, gel gör ki yağışsız aylarda anca damla damla akıyordu.

Çevre bağlamındaki bu zincirleme etkilerin, Karoo'daki hayvan yaşamı üzerinde yıkıcı etkileri oldu, özellikle de therapsitler söz konusu olduğunda. Yokoluştan önce, serpilen bir topluluk mevcuttu: Bitkiyle beslenen pek çok di-

kinodon gıda zincirinin tabanını oluşturuyor, en tepe avcı olan gorgonopsialar ve biarmosuchus denen küçük etçiller bu hayvanları yiyordu (bu sonuncusu da bir therapsit tipiydi, kafalarında süslü çıkıntılar ve boynuzcuklar vardı). *Charassognathus* gibi nadir kinodonlar (grubun bilinen en eski üyesi; sincap ebadındaydı), böcek yiyor, ufak vücutlu omurgalı nişini sürüsüne bereket sürüngenle ve amfibiyle paylaşıyordu. Bu hayvanların da kimisi böcek, kimisi balık yiyordu. Fakat, iklim değiştikçe ormanlar aşındı, yüzey bitki örtüsünün yaklaşık yüzde 70 ila 90'ı gözden yitti. Bu yüzden koca ekosistem, iskambil kağıdından evler gibi yıkıldı. Triyas'ın ilk dönemlerinde gıda ağları sadeleşmiş, sadece bir avuç otçul ve etçil kalmıştı. Yaklaşık 5 milyon yıl sonrasına kadar çoğalma-azalma döngüleri boy gösterdi, derken yanardağlar püskürmeyi kesip sıcaklıklar normalleştikçe her şey nihayet istikrara kavuştu.

Therapsit olsaydınız, üç akıbetten birini yaşardınız. Birincisi yokoluştu; gorgonopsiaların başına gelen buydu. Kılıç misali köpekdişleriyle ve geniş ısırıklarıyla Triyas döneminde dehşet saçamadılar. İkincisi hayatta kalmak ama yozlaşmaktı, dikinodonlara olduğu gibi. Yıkımı sağ salim atlattılar, ancak çeşitlilikleri azaldı, Permiyen'deki başarılarını pek tekrarlayamadılar, ardından da Triyas sonundaki kitlesel yokoluş bunların icabına bakıp sefaletlerine son verdi. Üçüncüsü, hayatta kalmak ve egemenlik kurmaktı; kinodonlar bu yola girdi. Yanardağlara, küresel ısınmaya, kuraklığa, muson yağmurlarına, ormanların mahvına, ekosistemlerin çöküşüne, en zorlusu da 5 milyon yıllık ağır onarım sürecine sebat ettiler. Triyas'ın geri kalan 50 milyon yılında çeşitlenmeye devam ettiler, çeşit çeşit türe can verdiler; iriler, ufaklar, et yiyenler, bitki yiyenler. Bu kinodon soylarından biri memelilere uzandı. Yol üzerinde de "memelilere" özgü özellikleri edindi.

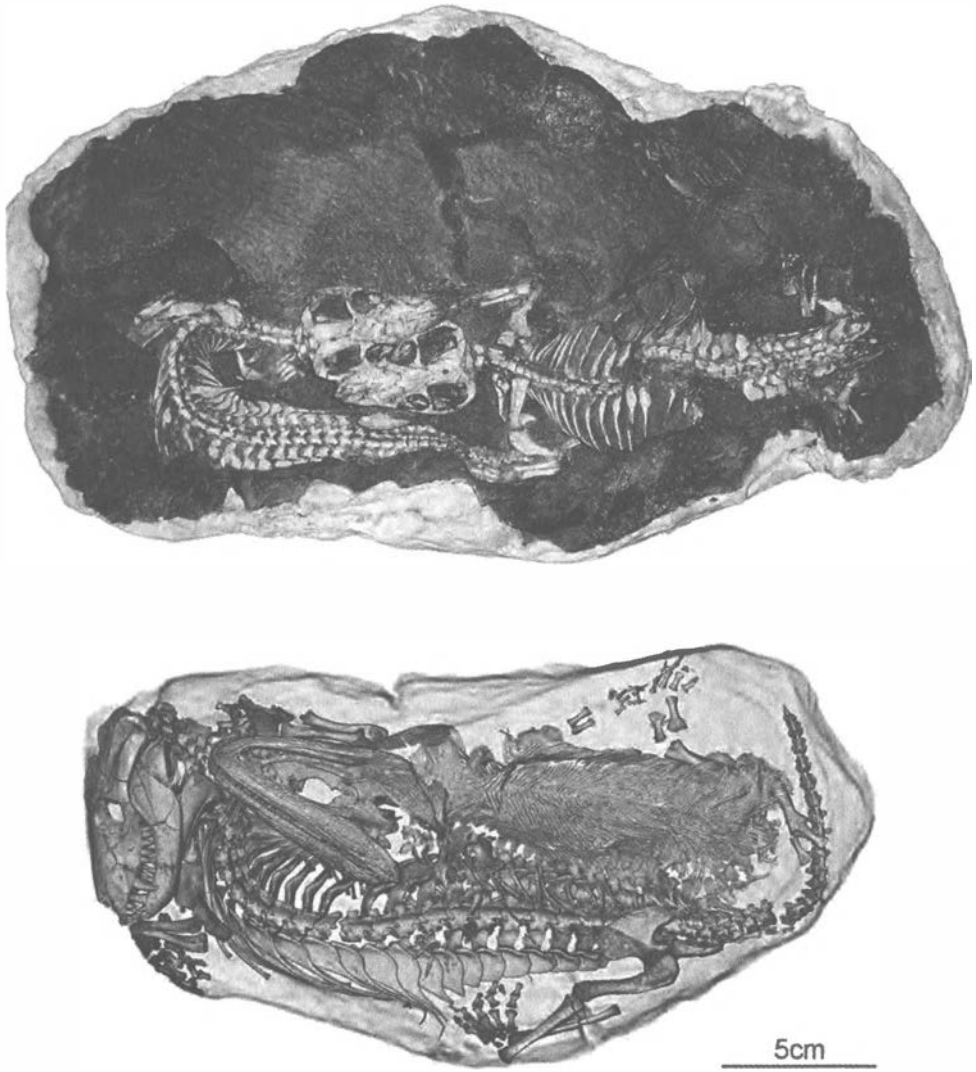
Kinodonların (bazı dikinodon kuzenleriyle birlikte) hayatta kalabilmesinin nedeni neydi? Yanıtı öğrendiğim anı çok net hatırlıyorum. Omurgalı Paleontolojisi Derneği'nin yıllık toplantısına katılmıştım. 2013'te Los Angeles'ta tertiplenen toplantı. Doktora derecemi kısa süre önce almıştım. Edinburgh'ta öğretim üyeliğine henüz başlamıştım. Alfred Sherwood Romer Ödülü oturumunda doktora araştırmamı sunuyordum; son bölümde bahsettiğimiz erken dönem sinapsitlerle dolu ağaç kütüklerinin keşfedildiği Nova Scotia seferlerine önderlik etmiş Harvard'lı efsanevi paleontoloğun adı verilmişti. Romer Ödülü, benim alanımdaki yüksek lisans öğrencilerinin alabileceği en itibarlı ödüldür. Kuşların dinozorlardan türemesini ele alan çalışmamla jüriyi mest edeceğimi umuyordum. Ne var ki ödülü kazanamadım, ama, bunu en çok hak eden meslektaşıma gitti: Adam Huttenlocker. Konuşmamdan birkaç sıra sonra sahneye çıktı, Permiyen sonunda kinodonların hayatta kalmasını sağlayan gizemi an-

latarak seyirciyi avucuna aldı. Yerine oturduğunda kaderimi kabullenmiştim. Memeliler (bu sefer kök-memeliler) bir kez daha dinozorları alt etmişti.

Adam, özel bir evrimsel fenomenden bahsetmişti. Yokoluş sırasında ve sonrasında meydana gelmiş bir fenomen: Lilliput etkisi. *Gulliver'in Seyahatleri* kitabında minik insanların mesken tuttuğu kurmaca adanın ismidir Lilliput. Kitlesel yokoluşu sağ salim atlatıp sonrasında çoğalan hayvanların beden boyutundaki ufalmayı içerir. Her zaman gerçekleşmez, ama, kinodonlar ve yakın akrabaları örneğinde meydana gelen buydu. Dayanıklılıklarını büyük oranda Lilliput etkisine borçluydular. Adam, Karoo therapsit fosillerinden muazzam bir veri tabanı kurmuştu. En yakın Permiyen öncüllerine kıyasla erken Triyas therapsitlerinin hem azami hem ortalama beden boyutunda belirgin bir azalma gördü. Bu farkın sebebi, yanardağlar püskürürken ve hava sıcaklığı kaynarken, iri vücutlu türlerin yokoluşunun artmasıydı. Öyle görünüyor ki iri ebat, istikrarsız dönemlerde ayak bağı oluyordu. Dolayısıyla, öbür therapsitlerin çoğunluğundan daha ufak olan kinodonların, kaosu sağ salim atlatma ihtimali daha yüksekti.

Peki, küçük boy neden yararlıydı? Evvela, ufak hayvanlar daha kolay saklanabilir, kötü havanın, sıcaklık dalgalanmalarının, toz fırtınalarının geçmesini oyuklarında bekleyebilirler. Gerçekten de toprağı oymuşlardır. Yokoluş katmanı üzerindeki Karoo kayaçları oyuk fosilleriyle doludur (ırmağın taşkın ovasında oluşmuş kiltaşlarının arasına, rüzgârın üfürdüğü tozun altında gömülü mumyalar karışmış haldedir). Bazılarının içinde iskeletler var. Bölümün başında anlattığımız öykünün kahramanı *Thrinaxodon*'un iskeletleri. Bu oyuk mezarların en kayda değeri, yaralı ufak bir amfibiyle koyun koyuna yatan bir *Thrinaxodon* içeriyor. Bu minik semender akrabasının kaburgalarında bir zedelenme olmuş, ama, iyileşiyormuş. Kıvrılarak uyuyan *Thrinaxodon*'un yanı başında dinleniyormuş. Oyuk dar bir mekandır, *Thrinaxodon* da sivri dişli bir yırtıcıdır, dolayısıyla başka bir yaratığın fark edilmeden orada kendini toparlaması kulağa tuhaf geliyor. Tatminkâr yegâne açıklama, *Thrinaxodon*'un yaz uykusuna yatmış olmasıdır: Enerji tasarrufu yapmak ve kuru mevsimi atlatmak amacıyla haftalar ya da aylar boyunca orada hareketsiz yatmış olabilir.

İkincisi, ufak ebat, büyümenin ve metabolizmanın pek çok başka veçhesiyle bağlantılıdır. Adam'la ve bir meslektaş ekibiyle çalışan Jennifer Botha, 2016 tarihli önemli bir araştırmada bu veçheleri sıraladı. En erken Triyas kinodonları (mesela *Thrinaxodon*) hızlı büyüyordu, genç yaşta üremeye başlıyordu, ömürleri çok kısaydı, muhtemelen birkaç yılı aşmıyordu. Bunu nereden mi biliyoruz? İpucu, kemik histolojisinin (ince kemik dilimlerinin mikroskopla incelenmesini içerir) elinde. Permiyen therapsitlerinin kemiklerinde genelde çok sayıda büyüme çizgisi vardır, yani yetişkin yaşlarına ulaşmaları yıllar sürer. Oysa, en erken Triyas kinodonlarında çok az büyüme işareti bulunur, hatta normal şartlarda



Thrinaxodon iskeletleri (üstte) ve oyuk içindeki amfibinin yanında fosilleşmiş ***Thrinaxodon***'u gösteren BT taraması (altta). (görseller, sırasıyla, Christian Kammerer ile Fernandez ve arkadaşları, 2013, ***PLoS ONE*** makalesine aittir)

Thrinaxodon'un büyüme çizgisi hiç olmaz. Çılgın bir hızla büyümüş olmalılar. Belki de tek yılda olgunlaşıyor, ürüyor, ölüyorlardı. Fiiliyatta, erken yaştaki ölümlerini telafi etmek için küçük yaşta ürüyorlardı. Hiçbir *Thrinaxodon* bireyi ileri yaşa ulaşmamış olsa da, bu büyüme stratejisi, türün devamı için evlaydı.

Hızlı büyüyüp erken üreyerek, çiftleşme mevsimini başarıyla arkalarında bırakma ihtimalleri yükseliyordu. Bu çetin, değişken dünyada genlerini gelecek nesile aktarmayı teminat altına alıyorlardı.

Öyle görünüyor ki *Thrinaxodon*'a ve öteki kinodonlara oyunda güçlü bir el gelmişti. Böylece yokoluşu savuşturdular. *Thrinaxodon* iskeletleri, yokoluş ufkunun yaklaşık otuz metre üzerinde düzinelerle boy göstermeye başlıyor, demek ki on binlerce yıllık dönemde Karoo havzasının tamamında çoğalmışlar. Yokoluş öncesindeki Karoo ekosistemlerinin nadir bir bileşeni olan Permiyen dönem atalarından evrimleşmiş olabilirler ya da daha büyük ihtimal, Pangea'nın ara tropikal bölgelerinden göç etmişlerdir. Bu bölgelerin çetin Permiyen iklimleri, kuraklıkla başa çıkmalarını sağlayacak adaptasyonları önceden temin etmiş olabilir. Triyas'ın erken dönemlerine ait kayaçlarda öyle çok *Thrinaxodon* iskeleti var ki bu hayvan ve yine bol bol rastlanan *Lystrosaurus* adlı dikinodon, "afet türleri" olarak adlandırılır. Yokoluş sonrasındaki aşırı sıcak ortamın tatsız koşullarına özellikle uygunlardı, oysa çoğu canlı türü bu koşullarla başa çıkamadı. Bu koşulları sevmiş, bu koşullarda çoğalmışa benziyorlar. Dolayısıyla *Thrinaxodon* ve *Lystrosaurus*, erken Triyas'ın metro sıçanları ya da hamamböcekleri sayılabilir.

Fakat, *Thrinaxodon*'u günümüzün haşerelerine benzetmek haksızlıktır. Kendisi gerçek bir şampiyondu. Tarihöncesinin en karanlık gecesinden sağ çıkmış bir avuç gözüpek hayvandan biriydi, böylece memelilerin evrimleşme fırsatı yakalamadan uzun süre önce köklerinin kazınmamasını sağladı.

Thrinaxodon alışılmadık bir kahramandı. Uzunluğu altmış santime bile varmıyordu. Muhtemelen bıyıkları vardı, vücudu en azından yer yer kılla kaplıydı. *Thrinaxodon*, zamanının çoğunu gözlerden uzak, ininde saklanarak geçirmiş olmalı. Gerçi beslenmek için dışarı çıkması gerekiyordu; böcekler ve küçük av hayvanları gözdesiydi. Therapsit ataları gibi, kesicidişleri, köpekdişleri ve yanak dişleri vardı. Farklı olduğu husus ("üç uçlu diş" anlamına gelen ismini bu özelliğinden almıştır), yanak dişlerinin karikatürlerde resmedilen tipik dağ sırası şekline sahip olmasıydı: Ortadaki zirvenin her iki yanına küçük zirveler ilişmişti. Bu üç keskin çatal ucu (küspis denir), böceklerin dış iskeletlerini delmek ve eti parçalamak için mükemmeldi. Küspisli dişler, *Thrinaxodon*'un kısa ömrü boyunca sürekli tazeleniyordu, tıpkı sürüngenlerdeki ya da amfibilerdeki gibi.

Fakat, pek çok açıdan *Thrinaxodon*, therapsit atalarına kıyasla kayda değer oranda daha fazla memeli özelliği taşıyordu. Yarı-yanal duruşla daha dik yürüyordu. Göbeği yerden iyice kalkmıştı. Böylece daha hızlı koşabiliyor, daha atletik hareketler yapabiliyor, oyuklara daha rahat sığabiliyordu. Omurga sütunu birörnek değildi, bunun yerine kesitlere ayrılmıştı. Kesitlerin bazılarında kaburga varken, bazılarında yoktu. Bu durum hayvana esneklik kazandırıyordu, yaz

uykusu sırasında kendi üzerine kıvrılması mümkün oluyordu. Çenesini kapatan kasları kocamandı. Kafatası tavanından çıkıntı yapan, sagital tepe denen bir kemik plakaya tutunmuşlardı. *Thrinaxodon* hızla büyüyüp yavrudan yetişkine dönerken, bu tepe ebat kazanıyor, hayvanın daha da güçlü ısırmasını mümkün kılıyordu. Birkaç *Thrinaxodon*'u birden muhafaza eden istisnai fosiller, gruplar halinde bir araya gelen toplumsal hayvanlar olduklarını gösteriyor. Kimi vakalarda yetişkinler, daha ufak, genç bireylerle birlikte fosilleşmiş; yavrularına baktıklarının kanıtı olarak kabul edilebilir.

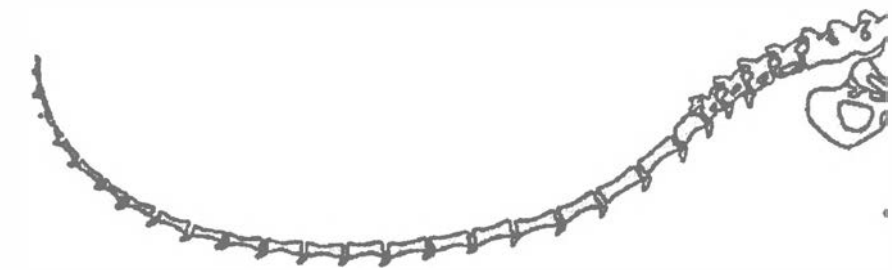
Thrinaxodon hakkında son bir önemli noktayı atlamayalım. Yaşam alanı Karoo Havzası'yla sınırlı kalmamıştı. Antarktika'da da fosilleri bulundu: Zorlu erken Triyas'a çok iyi uyum gösterdiğinin, böylece bütün Pangea'ya yayıldığının işareti. O dönem karasal dünya, etrafını engin bir okyanusun sardığı birleşik tek kara kütlesinden oluşuyordu. Yanardağlar soğur, ekosistemler yokoluştan toparlanırken, kinodonlar, bu yeni sahnede başrol oyuncusu olmaya hazırdı.

***

Pek çok yazar gibi Walter Kühne de en iyi eserlerinin bazılarını hapisteyken kaleme aldı. Mikroskobik dişlere ilgi duyan bir paleontolog olarak hapise düşüşü ise ilginç bir öyküdür.

Kühne 1911 Berlin doğumluydu. Bir resim öğretmeninin oğluydu. Berlin Friedrich-Wilhelm Üniversitesi'nde ve daha sonra Halle Üniversitesi'nde paleontoloji okurken, iki özelliğiyle tanınıyordu: ortaçağ kilise çanlarına duyduğu ilgi (bir seyahat dergisine çanlar hakkında coşkulu bir makale kaleme almış) ve komünizm sempatisi. Kurdukları korku imparatorluğunun henüz başlarında olan Nazi yetkililer, Kühne'nin komünizm sempatisinden endişe ediyordu. Genç Kühne dokuz aylığına hapsedildi; ilk demir parmaklık deneyimi buydu. Ardından 1938'de Büyük Britanya'ya göç etmek zorunda kaldı.

Walter Kühne'nin 1956 tarihli incelemesinden ***Oligokyphus*** çizimi. (görselin değiştirilerek alındığı yer, Kühne, 1956)



Yoksul bir siyasi mülteci, yabancı bir ülkede kendini ve genç eşini nasıl geçindirecekti? Tabii ki fosil toplayarak. Kühne, birkaç yüz nüfuslu Holwell köyü civarında on dokuzuncu yüzyıl ortasında keşfedilmiş bir avuç Triyas çağı memeli dişini işitmişti. Anıtsal bir keşif olsa gerekti, ama, büyük oranda gözden kaçmıştı. Öyle görünüyor ki minik diş bulmak umuduyla aylar boyunca moloz yığınlarını eşelemeye istekli çok az paleontolog vardı. Yine de British Museum küratörlerinden biri, bu zahmete girmemesini söyledi. Belli ki küratör, "Tüm İngiliz fosil yatakları pekâlâ biliniyor," demiş. "Yeni büyük keşifler yapmayı hayal etmek saçmalık olur."

Kühne caymadı. Hem paraya müthiş ihtiyacı vardı hem de memeliler tutkusuydu. Birkaç maharetle de donanmıştı. Öğrenciyken keskin gözleriyle fosil tanımayı öğrenmişti, üstelik bundan bile önemli bir niteliğe sahipti: sabır. Holwell'e gitti, iki tonu aşkın mağara kilini toplama, yıkama, ve tarama işini memnuniyetle göğüsledi. Eşi Charlotte'un yardımı işini kolaylaştırmış olmalı. Charlotte'un minik diş sevgisi tarih kayıtlarına girmemiştir. Kühnelerin titizliği karşılığını verdi: İki küçük azıdişi buldular. Walter derhal Cambridge Üniversitesi'ne gidip bu dişleri paleontolog Rex Parrington'a gösterdi. Parrington öyle etkilendi ki Walter'ı ücrete bağladı. O andan itibaren her memeli dişinin değeri 5 sterlin olacaktı.

Özgüvenle dolup taşan Walter ve Charlotte, aramalarının kapsamını genişletip Britanya'nın güneyindeki başka mağaralara ve yarıklara da el attılar. Az sonra, 1939 Ağustos'unda Mendip Tepeleri'nde yeni fosiller buldular. Bristol'un güneyinde Somerset kırsalında pastoral bir araziydi. Onlarca yıl önce Almanya'da bulunan birkaç dişten ötürü *Oligokyphus* adı verilmiş olan, memeli benzeri bir kinodona ait ayrı ayrı düzinelerce kemik ve diş topladılar. Ardından aramaya devam ettiler, sıradaki büyük keşif için etrafı kolaçan ettiler. Eylül ayında Walter, elinde çekiç ve jeoloji haritasıyla Atlas Okyanusu kıyısına geldi. Burada kireçtaşı yapısındaki bazı yarları incelemeye başladı. Eski anavatanının kısa süre önce Polonya'yı işgal ettiğini biliyor muydu net değil.



Kıyıda devriye gezen Britanyalı askerler ise dünya savaşının başladığından kesinlikle haberdardı. Bir Alman'ın İngiliz sahillerinde elinde haritalarla gezmesini garipsediler. Böylece Walter'ı tutukladılar. Walter ikinci kez hapse düşmüştü. Büyük Britanya ile İrlanda arasındaki İrlanda Denizi'nde bir benek olan Man Adası'ndaki gözaltı kampına gönderildi. 1941'den 1944'e kadar bu kamp ona yuva olacaktı.

Tek bir olumlu yan varsa, o da Walter artık müesses İngiliz bilim aleminin saygısını kazanmıştı. Londra'nın yerle bir edilmesinin kısa süre ardından, (zamanında hevesli Alman'ın Britanya fosillerini toplama şevkini kırmaya çalışan) British Museum küratörleri ve bilim insanları, Mendip mağaralarına ilave seferler düzenlediler. Bu mağaralar birçok kemiğin ve dişin yuvasıydı. Bulunan fosillerin yaklaşık iki bin adedi gözaltı kampına yollandı.

Walter'ın, kendi tabiriyle, "bol bol boş vakti vardı." Böylece fosilleri dizdi, kemikleri bir araya getirdi, *Oligokyphus* iskeletinin büyük kısmını birleştirdi. Kılı kırk yararak fosilleri betimlemek Walter'ı meşgul ediyordu. Savaşın şiddetinin zayıflayıp gözaltından salıverildiği dönemde bulgularını kağıda dökmeye koyuldu. Tüm bu çabalarının meyvesi, 1956'da *Oligokyphus* üzerine yazdığı inceleme olacaktı. Memeliye dönüşmenin eşiğindeki kinodonlar hakkında çığır açan çalışmalardan biri hâlâ budur.

Oligokyphus (boyut ve şekil olarak tekne kazıntısı minyatür dachshund cinsi köpeklere benziyordu), ne memeliydi ne de doğrudan memeli atasıydı. Bunun yerine, kendisini çok yakın akraba sayabiliriz; birinci göbekten kuzen. Tritylodon denen, aile ağacında memelilerin hemen yanında yer alan, ileri otçul kinodonların bir altgrubunun üyesiydi. Her yakın kuzen gibi, tritylodonlar ve en eski memeliler, vücut ve davranış bakımından son derece benzeşiyordu. Örneğin, ikisinin de bedenin doğrudan altına yerleşmiş uzuvları vardı, böylece tamamen dikey yürüyorlardı, oysa başka kinodonlar hâlâ biraz yanal hareket ediyordu. Hem tritylodonlar hem de memeliler, geç Triyas sırasında yaklaşık 220 milyon yıl önce başlayan kinodon çeşitlenmesi atılımının parçasıydı. Bu, *Thrinaxodon*'un Permiyen sonundaki kitlesel yokoluşa göğüs germesinin ve en zayıf anlarında memeli soyuna -on an itibariyle- çobanlık etmesinin en az 30 milyon yıl sonrasıydı. Söz konusu 30 milyon yılda pek çok şey değişmişti: Memeli "kök soyu," dikey uzuv duruşu gibi "memeli" özelliklerini biriktirmeye devam etti. Bu esnada kinodonlar zorlu hava koşulları ve daha da zorlu rekabet labirentinde ilerliyordu.

En büyük değişiklik ise, evet, küçük çaplıydı. Permiyen sonunda minik ebat, kinodonların zaten işine yaramıştı. Böylece bu olumlu özelliği elde tuttular. Triyas döneminin akışında memeli soyu giderek ufaldı. *Thrinaxodon* gibi sansar

ebatlı türlerle başlayan memeli soyu, geç Triyas'a gelindiğinde çoğunlukla sıçan ya da fare ebatlı istilacı çeşitlerine dönüşmüştü. Bu kuralın kimi istisnaları mevcuttu. Aile ağacının yan dalları ara sıra *Oligokyphus* ve tritylodon kardeşleri gibi büyük canlı türlerine dönüşüyordu. Bunlar, bitkileri sindirmek için daha büyük sindirim sistemine ihtiyaç duyuyordu. Fakat ekseriyetle, Triyas döneminin kinodon evrimi, minyatürleşmeye doğru bir ilerleyişti.

Peki, kinodonların boyutu neden küçülüyordu? Öncelikle, Triyas'ın yeni cesur dünyasında yalnız değillerdi. Permiyen sonu felaketini atlatmış olan başka hayvanlar da vardı. Pangea toparlanırken, bu hayvanlar yer kapmak için kapışıyordu. Bu evrim kazanından sırf memeliler çıkmadı, bugün memelilerle yan yana yaşamaya devam eden çoğu bilindik hayvan da türedi: kaplumbağalar, kertenkeleler, timsahlar. Ayrıca, süperkıtaya daha korkutucu bir şey daha yayılıyor, yanardağları sağ salim atlatmış kedi boyutlu mütevazı atasından farklılaşarak genişliyordu.

Dinozorlar.

Dinozor soyunun kurucuları, timsah kuzenleriyle üstünlük çarpışmasına girmişti. İkisi de irileştikçe irileşiyordu. Triyas sonuna gelindiğinde, *Lessemsaurus* gibi dokuz metre uzunlukta, on ton ağırlıkta, uzun boyunlu dinozorlar mevcuttu (*Brontosaurus* gibi dev sauropodların ilkel akrabaları), ayrıca bunları avlayarak beslenen çeşit çeşit bıçak-dişli etçil vardı. Dinozorlar irileştikçe, memeli ataları ufaldı. Bu, nükseden bir olay örgüsünün başlangıcıydı: Memelilerin ve dinozorların akıbetleri iç içe geçmiştir.

Beden boyutunun küçülmesiyle uyumlu olarak, memeli soyundaki pek çok kinodon gececil yaşama geçmiş olabilir. Beslenmek ve sosyalleşmek için gece karanlığını beklemek, muhtemelen gündüz yaratıkları olan dinozorların çenesinden ya da ezici adımlarından kaçınmak için sağlam bir taktikti. Gececil nişe geçiş fazla güç olmamıştır, çünkü memeli kök soyunda yer alan erken dönem sinapsitlerin çoğu (Permiyen pelikozorları ve therapsitler), bu yaşam tarzıyla zaten denemeler yapmışa benziyor. Fakat, karanlığın birtakım neticeleri vardı. Memeli ataları esasen keskin görme duyusundan feragat etmiş oldu, kokuya, dokunmaya, işitmeye ağırlık verdiler. Çoğu memeli renkli göremez. Kürklerinin genellikle haki kahverengi, tunç rengi ya da gri olmasının sebebi budur. Eşleri ya da rakipleri renkleri göremedikten sonra, (gün ışığını kullanan, keskin gözlü kuşların ve sürüngenlerin aksine) neden gösterişli renk tonlarıyla bezensinler ki? Bu kulağa tuhaf gelebilir; nihayetinde bizler renkli görüyoruz. Fakat, memeliler arasında son derece sıradışıyız. En yakın primat akrabalarımızın bazılarıyla birlikte, rengi duyumsayabilen birkaç modern türden biriyiz. Matador, boğaya kırmızı renkli kumaşı salladığında, boğa o kumaşı siyah renkli görür.

Dinozorlardan kaçınmak yeterince sağlam bir sebep değilmiş gibi, ufak boyutun, memeli atalarına başka faydaları da dokunmuş olabilir. Pangea birleşik bir kara kütlesiydi, ama yuva diyebileceğiniz güvenli bir yer değildi. Havası sıcaktı, kutuplarda buz örtüsü yoktu, iç kısımlarının büyük kısmı uçsuz bucaksız ıssızlıktı. Şiddetli hava akımları ekvator boyunca esiyor, megamuson denen güçlü hava sistemlerini besliyordu. Abartılı isminin anlaştırdığı üzere, bunlar, günümüzdeki tropikal fırtınaların battal boy versiyonuydu. Kuramda bir kök-memeli kutuptan kutuba yürüyebilecek olsa da, bu anca ahmakça bir yolculuk olurdu. Megamusonlar, Pangea'nın iklim bölgelerine bölünmesine katkıda bulundu. Bu bölgelerde yağış miktarı, rüzgâr miktarı, hava sıcaklığı farklı farklıydı. Ekvator bölgeleri, kavurucu ve nemli cehennem topraklarından farksızdı. İki yanı boyunca geçit vermez çöller uzanıyordu. Fakat, orta enlemler çöllere kıyasla azıcık daha serin, çok daha yağışlıydı. Hızla evrimleşen Pangea hayvanlarının birçoğu buraları mesken tutmuştu. Ufak boyut, bu tehlikeli dünyada hayatta kalma stratejisi olabilirdi. Ne ölçüde küçükseniz, saklanmak, toprağa girmek, megamuson yağmurlarını ve yarattıkları felaketi uyuyarak geçirmek o denli kolaydı.

Kinodonlar ne sebeple ufalmış olursa olsun, bu gelişme, bütün biyolojilerini ve evrimsel gidişatlarını muazzam biçimde değiştirdi. Ebatları küçüldükçe, büyümelerinin, metabolizmalarının, diyetlerinin ve beslenme tarzlarının pek çok veçhesini de değiştirdiler. Therapsit atalarından miras almış oldukları beden sıcaklıklarını ve metabolizma hızlarını zaten yükseltmişlerdi, ama, artık tam teşekküllü sıcakkanlılığı geliştiriyorlardı. Çene kasları ve ısırıkları şimdiden güçlüydü. Daha da eski pelikozor atalarından miras almış oldukları bir özellikti bu, fakat bir yandan nefes almayı sürdürürken diğer yandan bol miktarda gıdayı hızla yemenin yeni yöntemlerini de icat etmişlerdi; hareket halindeyken yiyorlardı.

Bu, Tom Kemp'in Permiyen therapsitlerinde betimlediği "bağıntılı ilerlemenin" devamıydı. Pek çok şey, birbiriyle uyumlu değişiyordu. Neyin neyi peşinden sürüklediğini çözmek güçtür. Belki de ufak ebat, ani iklim değişikliklerine karşı tampon görevi görsün diye yüksek vücut sıcaklıklarını gerektirdi ya da ufak gıda parçalarını toplamanın ve işlemden geçirmenin daha etkili yöntemlerini şart koştu. Belki sıcakkanlılık, bu kinodonların kendilerine yakıt olsun diye daha büyük öğünler yemesini zorunlu kıldı ya da muhtemelen bunun tersi geçerliydi: Önce çenedeki ve kaslardaki değişiklikler meydana geldi, daha fazla yeme ihtimali belirdi, böylece sıcakkanlı fizyolojisinin gelişmesi için fazladan enerji temin edilmiş oldu. Yanıtı sahiden bilmiyoruz. Bildiğimiz tek şey, ufak ebat, sıcakkanlı metabolizma ve daha güçlü, daha etkili ısırıkların, tek bir paket anlaşmanın parçası olarak birlikte geliştikleridir.

Peki bu işin cereyan etmekte olduğunu nasıl biliyoruz? Triyas kinodonlarına ait inanılmaz zengin fosil kayıtları (*Thrinaxodon* ile *Oligokyphus* ve memeliler arasında bağlantı kurar), rehberimizdir.

Birincisi, fizyolojiyi ve metabolizmayı ele alalım. Geçen bölümde bu konuya değindik, ama, daha etraflı bir açıklamayı hak ediyor. Sıcakkanlı terimi, vücut sıcaklığının denetim altında tutulmasını sağlayan koca bir sofistike mekanizmalar yelpazesi için elverişli bir kısaltmadır. Sıcakkanlı hayvanların kanı sıcak ya da soğukkanlı hayvanların kanı soğuk falan değil. Aslında, ortalama sıcakkanlı memeliye ve ortalama soğukkanlı kertenkeleye termometre yerleştirirseniz, muhtemelen benzer ölçümler elde edersiniz. Kertenkelede ölçüm daha yüksek bile olabilir, özellikle güneşli bir günse. Çünkü soğukkanlı hayvanlar, bedenlerini ısıtmak için çevrelerine bel bağlar, yani hava şartlarındaki farklılaşmaların, mevsim değişikliklerinin, hatta geceden gündüze, gölgeden güneşe sıcaklık oynamalarının insafına kalmışlardır. Sıcakkanlı hayvanlar (teknik adı endotermler), bu handikaptan sıyrıldı. Kendi ısılarını üretirler (çoğunlukla, enerji üreten mitokondrilerin daha fazlasını hücrelerine istifleyerek), böylece vücut sıcaklığını çevreninkinden daha yüksek tutabilirler. Buz gibi kış soğuğunda ne zaman dışarı çıksak, kelimenin gerçek anlamıyla donmayarak bunu deneyimliyoruz.

Fiiliyatta sıcakkanlı hayvanların kendi içinde fırını vardır. Her zaman faaldir, her zaman ısı üretir. Bu da hızlı metabolizma, hızlı büyüme, daha enerji dolu bir yaşam tarzı, daha büyük dayanıklılık ve daha atletik davranışları mümkün kılar. Örneğin memeliler koşarken, kertenkelelerin sekiz katı kadar hıza ulaşabilir ve daha geniş alanlardan gıda toplayabilirler. Gerçi bu süper güçlerin bir bedeli oldu. Sıcakkanlı hayvanların dinlenme halindeki metabolizma hızı daha yüksektir, yani soğukkanlı hayvanlara kıyasla dinlenirken daha fazla kalori yakarlar. Elbette, faalken, yani koşarken, sıçrarken, avı kovalarken, yırtıcılardan kaçarken, ağaçlara tırmanırken veya toprakta oyuk kazarken, demek oluyor ki sıcakkanlı metabolizmasının kolaylaştırdığı onca işten birini yaparken de çok daha fazla kalori yakarlar. Dolayısıyla, benzer ebatlı soğukkanlı hayvanlara kıyasla çok daha fazla kalori tüketmeleri, içlerine çok daha fazla oksijen çekmeleri gerekir.

Fakat, hayvanlar ille sıcakkanlı ya da soğukkanlı değildir. Ara biçimler de söz konusu. Günümüz memelileri ve kuşları tamamen sıcakkanlıdır. Bunun üç anlamı var. Beden sıcaklıklarını içeriden *kontrol ediyorlar*; dışarıda hangi şartlara maruz kalırlarsa kalsınlar, beden sıcaklıkları *yüksektir* ve *sabittir*. Bu tip bir sistem tek seferde evrimleşmedi. Evrimi zamana yayıldı; geçiş aşamalarında ataları hem ısı üretmek hem de iç fırınlarının sıcaklığını kontrol etmek konusunda gitgide maharet kazandı. Memeliler için bu süreç Permiyen'de therapsitlerle başladı. Therapsitler yüksek enlemli yuvalarında mevsimsel iklimlerle baş etmeye çalışıyordu. Vücut sıcaklığı üzerinde ince ayarlı kontrol kurabilmeleri ve hızlı

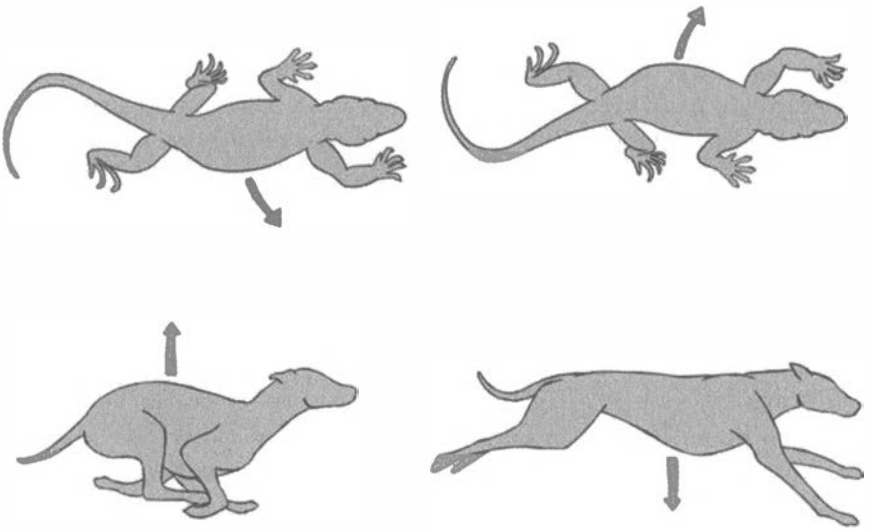
büyümeleri, özellikle *Thrinaxodon* tipi kinodonların Permiyen sonunda hayatta kalmalarının muhtemelen ana unsuruydu. Ardından, Triyas dönemi sırasında bu kinodonlar sıcakkanlılığa doğru ilerlemeyi sürdürdü.

Triyas ilerlerken kinodonların tam sıcakkanlılığa doğru yol almakta olduğunu gösteren bol bol kanıt var. Lifli-katmanlı fibrolamellar kemik (hızlı büyümenin göstergesi olan kaotik düzenlenişe sahip doku), memeli soyunda giderek yaygınlaştı. Kemik hücreleri ve kemik içi kan damarı kanalları, kinodon evrimi sırasında ufaldı. Bu, kırmızı kan hücrelerinin de ufaldığının işaretidir; yine bir memeli özelliği. Hücrelerin içeri daha fazla oksijeni daha hızlı almasını mümkün kılar. Zekice kotarılmış bir çalışmada, çeşitli Permiyen ve Triyas türlerinin kemik ve dişleri ezilerek oksijen içerikleri ölçüldü. En kararlı iki oksijen tipinin oranı (hafif ve daha yaygın olan ^{16}O ile daha ağır ve nadir olan ^{18}O; nötron sayıları farklıdır), kemiklerin ve dişlerin büyüdüğü ortamdaki sıcaklığa göre değişiyordu. Fiiliyatta, bu oksijen oranı bir paleotermometredir. Sinyali de açıktır: Triyas kinodonlarının beden sıcaklığı, çoğu therapsit dahil yan yana yaşadıkları hayvanlarınkine kıyasla daha yüksek, daha sabitti.

Peki, bu kinodonlar yakıt faturasını nasıl ödüyordu? Herhangi bir sıcakkanlı hayvanın ödeyeceği gibi: vücut içine bol bol oksijen, bol bol kalori alarak. Memelilere uzanan yolda kinodonlar, iki maddenin de tüketimini artırmalarını mümkün kılan pek çok anatomik özellik edindi.

Kinodonların, Carrier kısıtlaması denen nahoş bir sorundan yakayı sıyırmış olması önemlidir. Bu sorun, uzuvlarını yayarak yürüyüşleri sırasında vücutlarını solda sağa, yandan yana sallayan amfibilerin ve sürüngenlerin başına bela kesilir. Bu tür yanal esneme, akciğerlerden birinin daima genişlemesi, bu esnada ötekinin büzülmesi anlamına gelir. Bu durumda hayvanın aynı anda hem hareket edip hem nefes alması güçleşir, hızını ve çevikliğini büyük oranda sınırlar. Kinodonlarınsa daha dikey bir vücut duruşu geliştirdiğini daha önce gördük. Ayrıca omurlarında kemikli frenler ortaya çıkmıştır. Bu yapılar, omurganın yandan yana haddinden fazla salınmasını engelledi. Tüm bu iskelet tadilatları, kinodonların yürüme usulünü bütünüyle değiştirdi: Şimdi uzuvları yandan yana hareket etmekten ziyade öne arkaya hareket ediyor, belkemikleri de (yılanlardaki kıvrılma gibi) soldan sağa salınmak yerine, (ceylanlardaki sıçrama gibi) aşağı yukarı bükülüyordu. Artık, hareket ederken rahatlıkla nefes alabiliyorlardı.

Omurga ise başka bir şekilde değişim geçirdi: Amfibilerin ve sürüngenlerin belkemikleri az çok aynı olsa da, kinodonların omurgası farklı bölgelere ayrıldı. Her bölge özelleşmiş bir işlev üstlendi. Üst gövdede omurlar, kaburga kemiklerini birdenbire yitirdi. Karın bölgesi ise bel bölgesine geçiş yaptı. Bu, diyaframın, yani akciğerlere hava çeken güçlü kasın gelişini ele veren bir işarettir.



Yandan yana hareket eden sürüngenler (üstte) ile aşağı yukarı hareket eden memeliler (altta) arasındaki vücut hareketi farkları. Oklar, hareketin doğrultusunu gösteriyor. (Sarah Shelley'nin çizimi)

Kafatasında da değişiklikler meydana geldi. Kinodonlarda ikinci damak gelişti (ağızın sert tavanı). İkinci damak, ağızı, soluk borusundan ayırdı. Şimdi hava, akciğerlere özel ayrı bir yoldan geçiyordu. Böylece bu kinodonlar bir taraftan yerken bir taraftan da nefes alabiliyordu. Yeni soluk borusu içinde, konka adı verilen sıradışı yapılar bulunuyordu: Kemikten veya bükümlü ya da sarmal kıkırdak yapısındaki bu kıvrımlar hava yolunun ortasında çıkıntı yapar. Engele benziyor olmakla birlikte içeri bol bol hava girerken beden sıcaklığının sabit tutulmasını sağlayan kilit oluşumlardır. Bazı konkalar kan damarlarıyla kaplıdır. Solukla içeri alınan hava, akciğerlere girmeden önce bu şekilde ısıtılır ve nemlendirilir. Kafatasımızın içinde, burun deliklerimiz arasında ve boğazımızın gerisinde konkalar var. Kışın en sert günlerinde dahi aldığımız kuru ve soğuk soluğun saniye geçmeksizin yağmur ormanı misali ısıtılmasını, nemlendirilmesini sağlarlar. Ters yönde de çalışırlar, dışarı verilen soluktaki kıymetli suyu geri alırlar.

Görünüşte ayrıntı olan tüm bu anatomik değişiklikler, üst üste eklenince önemli bir gelişmeye, içeri çok daha fazla oksijen alabilen akciğerlere kapı araladı. Kinodonlar aynı zamanda yeni ısırma usulleri aracılığıyla kalori alımlarını da artırıyordu.

Belli ki ilk adım, çeneyi kapatan kasları, ayrı tutamlara bölmekti. Böylece daha güçlü, daha karmaşık çene hareketleri mümkün kılındı. Bölünmüş bu kaslar (memelilere ait şakak kasının, çiğneme kasının, kanatsı kas sisteminin başat özelliği), ayrıca irileşti, böylece daha fazla alana, daha güçlü çıpalara ihtiyaç doğdu. Üst kafatasının kemikleri basitleşip kalınlaşarak yekpare bir yapı haline geldi. Amfibi ve sürüngenlerdeki gevşek bağlantılı düzinelerce ayrı kafa kemiği yerine, tek "kafatası kemiğine" sahip olmamızın sebebi budur. Yanal şakak penceresi (sinapsit soyuyla özdeşleşen kömür bataklığı döneminde evrimleşmiş delikler), göz çukuruyla kaynaştı, kaslar için tek bir ana hazne yarattı.

Fakat, en olağanüstü değişimler alt çenede meydana geldi. Memelilerin ataları, çok sayıda kemikten oluşan, çeşitli biçimlerde isimlendirilmiş karmaşık çene kemiklerine sahipti. Dişlerin tutunduğu başlıca kemik olan dentary, üst kafatasıyla birlikte ağız kapama eklemini meydana getiren artiküler ve diğerleri, angular, surangular, preartiküler, splenial, koronoid. Fakat, bizlerde (ve tüm memelilerde) bunların teki var: dentary. Bunun sebebi, Triyas kinodonlarının yaşadığı gelişmelerdi. Bunların çene kasları irileşirken, bu kaslar yer değiştirdi, yalnızca dentary kemiğine ilişik hale geldiler. Çok mantıklıydı: Dentary, dişlerin tutunduğu yegâne kemik olduğundan, kasları bu şekilde yeniden düzenlemek hem daha güçlü ısırıklara zemin hazırladı, hem de ısırma döngüsü esnasında diş sırasının farklı kısımları için azami ısırma kuvvetinin daha yüksek hassasiyetle optimize edilmesini sağladı.

Fakat, bu gelişme, kemiklerin bütünüyle baştan tasarlanmasını gerektirdi. Dentary irileşti, derinliği arttı. Devasa gagamsı çıkıntılar gelişti (kasların tutunabileceği yüzeyler). Bu çıkıntılar şimdi diş sırasının çok yukarısına uzanıyordu. Bu esnada ise artık tutucu kaslar var olmadığından, alt çenenin tüm öteki kemikleri körelmeye başladı. Ufaldılar, geriye doğru kaydılar. Şimdi dentary kemiğine ancak gevşek şekilde bağlıydılar. Hatta bazıları kulağın üzengi kemiğiyle temas etti. Çene kapama işlevlerinden emekli oldukları için, kulağa gelen ses dalgalarının iletimine yardımcı olmaya koyuldular.

Gerçi büyük bir sorun vardı: Üst kafatasına bağlanan eklem noktası hâlâ artiküler kemik üzerindeydi. Bu kemik işlerliğini giderek yitiriyordu. Bağlı olduğu üst kafatası kemiği -dördül kemik- de ufalıyordu. Bazı kinodonlar, üst kafatasıyla teması güçlendirmek için alt çenenin surangular kemiğinde bir destek yapısı geliştirdi, ancak, surangular kemik de büzüşmekte olduğundan bu yapı pek işe yaramıyordu. Hiçbir mühendis, çene kapama sistemini bu şekilde tasarlamaz. İşe yaramasının yegâne sebebi, bu kinodonların iyice küçülmesi, böylece iri atalarının amansız ısırık gerilimlerine katlanmak zorunda kalmamalarıydı.

Kinodonlar bir şekilde çözüm bulmak zorundaydı. Ve bir yol bulundu. Memelileri tanımlayan bir yol...

***

Sınıflandırma yapmak insanlara özgüdür. Doğa hiçbir şeyin üstüne etiket yapıştırmaz, ama insanlar yapıştırır. Fare memelidir, yılan sürüngendir, *T. rex* dinozordur.

Memeliler, sürüngenler, dinozorlar. Bu grupların her biri yaşam ağacında yer alır, fakat, nasıl tanımlanıyorlar?

Sırf günümüz dünyasına bakıyorsanız, memelileri tanımlamak kolaydır: filler, fareler, insanlar, yarasalar, kangurular, kendine has özelliklerin belli bir kümesini paylaşan binlerce canlı türü. Hepimizde kıl, sıcakkanlı metabolizması, iri beyin var; dişlerimiz köpekdişleri, kesicidişler, küçük azıdişleri, büyük azıdişleri diye farklılaşmış durumda, yavrularımızı emziriyoruz, vesaire. Fakat, daha önce gördüğümüz üzere, bu "memeli" özellikleri 100 milyon yıllık evrimde peyderpey gelişti. Bu zaman zarfında kömür bataklığı pelikozorlarının yerini therapsitler aldı; onlar da Permiyen sonu yokoluşunu minik kinodon kisvesinde sağ salim atlattı; kinodonlara gelince, Triyas sırasında boyları daha da ufaldı. Memeli olmayanlar ile memeliler arasındaki sınır çizgisini bu evrimsel soy hattında nereye çekeceğiz?

Yirminci yüzyılın ortasında bol bol yeni Permiyen ve Triyas sinapsiti fosiliyle karşılaşan paleontologlar hep birlikte bir karara vardı. Belli bir anahtar yenilik dikkate alınacak, alt çenedeki ana kemik (dentary) ile üst kafatasındaki skuamöz kemik arasında yeni bir çene kapama eklemi geliştirmiş ilk canlıdan evrimleşen tüm hayvanlar memeli sayılacaktı. Bu taptaze çene menteşesi, çenenin arka kısmında giderek küçülen kemik sorununun basit ama şık bir çözümüydü. Walter Kühne'nin *Oligokyphus*'unda bu dentary-skuamöz bağlantısı yoktu, dolayısıyla o hayvan memeli değildi. Fakat, aile ağacının belli bir dalında, *Morganucodon* (yine Kühne'nin keşiflerinden biridir; Galler'de bir mağarada bulundu) gibi canlı türlerinde bu eklem mevcuttu. Genel kabul gereği bunlar memelidir. Soykütüğü bu yeni çene eklemli ataya kadar uzanan tüm hayvanlar (Triyas'ta yaşayanlar da, bizler dahil daha sonra evrimleşmiş olanlar da) memelidir .

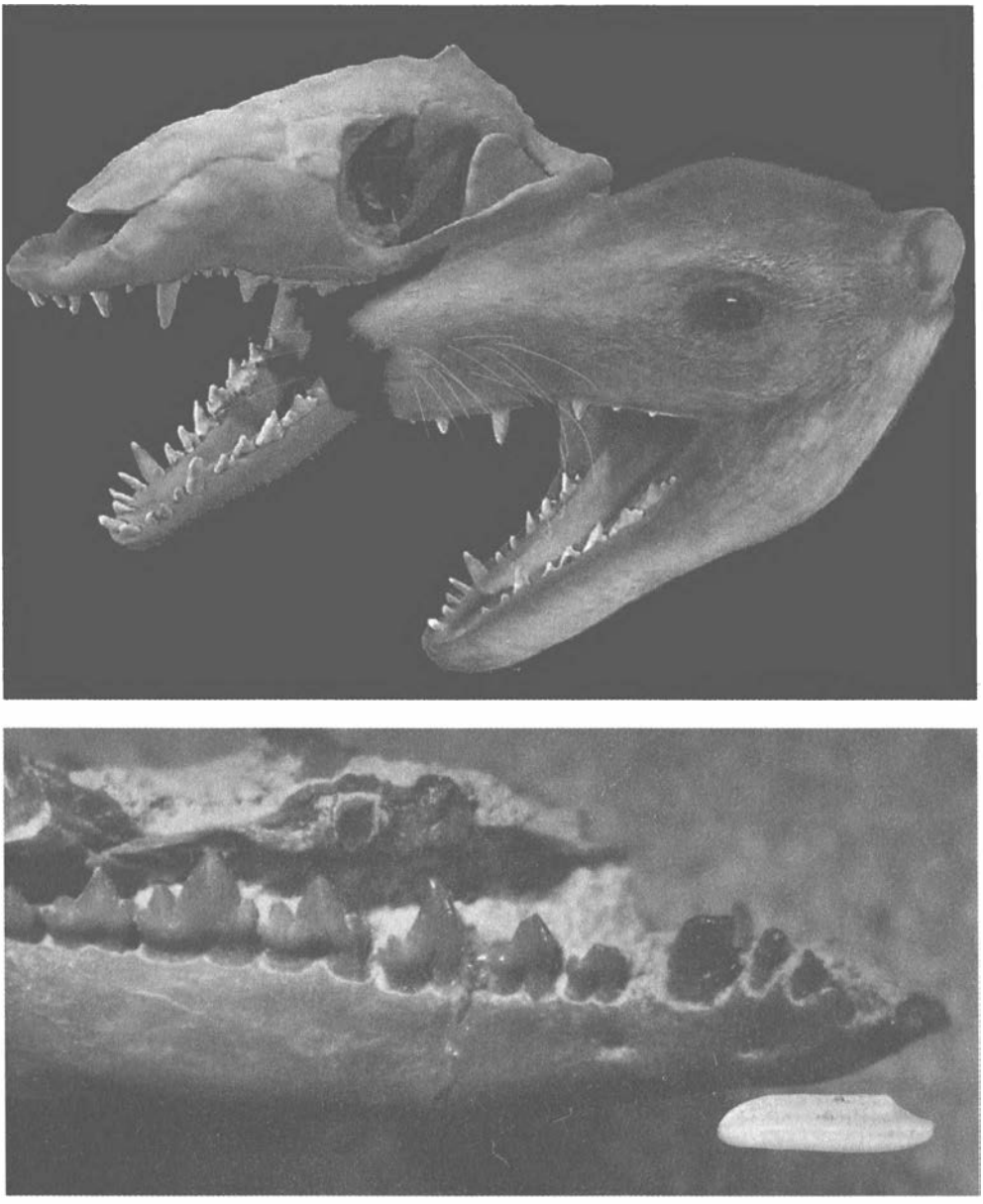
Bu, kulağa pek tatmin edici gelmeyebilir, hatta azıcık öznelmiş gibi görünebilir. Bir anlamda öyledir. Fakat, paleontologlar, üzerine memeli etiketini yapıştırmak için rastgele bir özellik seçmiş değil, aksine, tüm modern memelilerin alameti farikası niteliğinde. Bizi amfibilerden, sürüngenlerden ve kuşlardan net şekilde ayıran bu daha güçlü yeni dentary-skuamöz eklemin ortaya çıkması, evrimsel açıdan temel dönüm noktalarından biriydi. İleride göreceğimiz üzere, memelilerin beslenmesinde, zekâsında, üremesinde bir değişiklikler silsilesi başlattı. Bunlar, uzun soluklu evrim montajının ardından memelilerin imalatındaki son dokunuşlardı, şatoyu tamamlayan son Lego parçalarıydı.

Bu noktada bir an için durup günümüzde çoğu paleontoloğun yukarıdaki tasviri kullanmadığını belirtmeliyim. Son yirmi yılda memelilerin farklı bir şekilde tanımlanması yönünde adımlar atıldı. Taç grup tanımı denen bu yaklaşım, günümüzde hâlâ yaşayan tüm memelileri (yani tekdeliklileri, keselileri ve plasentalıları içeren 6000'i aşkın türü) alıp bunların, aile ağacındaki en yakın atalarının izini sürer. Bu ata, sınır çizgisi kabul edilir. Memeli olmayan canlılardan memelilere uzanan çıkış yoludur. "Taç" tanımının birtakım avantajları var. Özellikle yalınlığı. Fakat, dezavantajları da bulunuyor. Bugünün memelileri gibi görünen, davranan, büyüyen, metabolizma çalıştıran, beslenen, yavrusuna bakan, kendini tımarlayan pek çok fosil tür, modern memelilerin ortak atasının aile ağacında ayrı bir dala oturmasından önce evrimleşmiştir; ki bu da söz konusu türleri memeli dışı sınıfa dahil eder. *Morganucodon* gibi.

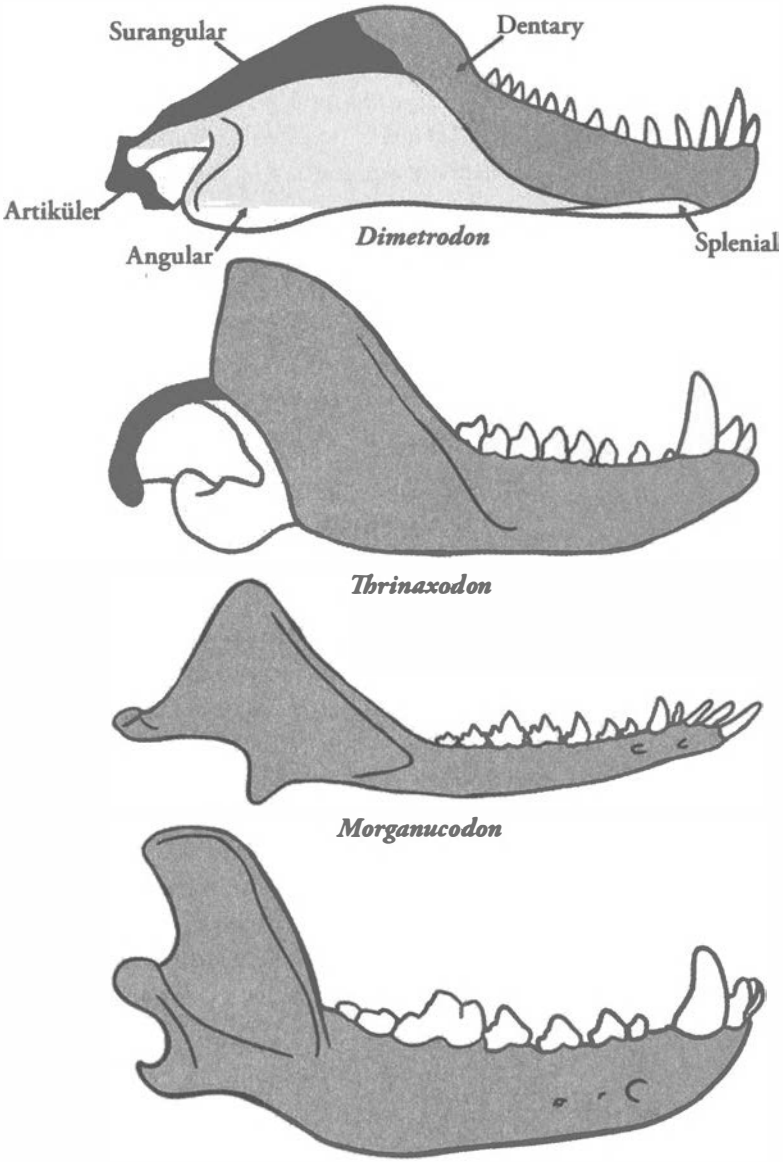
Bu noktada dürüst davranacağım: Bilimsel yazılarımda, taç grup tanımını kullanıyorum. Araştırma makalelerinde, *Morganucodon*'a "memeli" demiyorum, bunun yerine "bazal memeli biçimi" ya da "memeli harici memeli biçimi" ifadelerini tercih ediyorum. Görebileceğiniz üzere, bu terminoloji çabucak hantallaşıyor. Taç grubun azıcık dışında kalsa da hemen hemen memeli olan bu canlıların isimlerine takılıp tökezlemeyelim diye, işi basitleştirmek için dentary-skuamöz çene eklemine sahip her şeye memeli diyeceğim. Umarım meslektaşlarım beni mazur görür.

Tüm tanımlar bir yana, geç Triyas sırasında en önemli şey, *Morganucodon* gibi kinodonların, çene sorununa çare bulmuş olmalarıydı. Bunların dentary kemiği öyle irileşti, öyle derinleşti ki (muhtemelen kaçınılmazdı), üst kafatasıyla temas etti. Bilye ve oyuk tarzı bir eklem oluştu, dolayısıyla yeni bir menteşe belirdi. Kafatası ile çene arasında eskiden zayıf olan, giderek de zayıflayan ek yeri güçlendi. Artık tek bağlantı, aşınan artiküler ile dördül kemik arasında değildi, şimdi dentary ile skuamöz birleşiminde ikinci bir dayanak noktası belirmişti. Bir süre boyunca iki eklem, dördül kemik-artiküler arasındaki menteşe ile dentary-skuamöz menteşesi yan yana var oldu. Nihayetinde, dördül kemik ve artiküler öyle küçüldü ki ağzın açılmasında artık hiç rol oynamıyorlardı. Böylece daha da ufaldılar, nihayetinde çenenin geri kalanından koptular. Gerçi gözden kaybolmak yerine, şaşırtıcı yeni bir işlev edindiler; buna bir sonraki bölümde değiniyoruz.

Dentary-skuamöz eklem bütün oyunu değiştirdi. Kafatasına belli belirsiz tutunmuş olan çene aniden sımsıkı bağlanmıştı. Bu yeni eklem (kinodon evriminin daha erken aşamalarında irileşmiş olan çene kaslarının çalıştırdığı eklem), artık daha güçlü ısırıklar üretebiliyordu. Çok daha kontrollü, birbirlerinden ayrılmış şakak kasının, çiğneme kasının, kanatsı kasın, yani bu üç kuklacı ipinin koordine ettiği ısırıklar elinden geliyordu. Dolayısıyla, bu çeneler güçlü ısırık



Morganucodon; ilk memelilerden biri. Kafatası ve baş rekonstrüksiyonları, BT taramalarını temel alıyor (yukarıda). Fosilleşmiş alt çene, ölçü olsun diye pirinç tanesinin yanında duruyor (aşağıda). (görseller, sırasıyla, Stephan Lautenschlager ile Pamela Gill'e aittir)



Sinapsit çenelerinin zamanla ufalması, yalınlaşması. Memelilerdeki tek alt çene kemiği (dentary), bu sürecin zirve noktasıdır. (Sarah Shelley'nin çizimi)

kuvvetini belirli zamanlarda belirli dişlere isabetle odaklayabiliyordu. Bu gelişme, büsbütün yeni bir yeme tarzının kapılarını açtı. Bu tarzı kanıksamışızdır, ama, hayvanlar arasında son derece nadirdir: çiğneme. Bu erken dönem memeliler, gıdaları çiğneyip lapa haline getirerek, gıda işlemenin büyük kısmını ağız içinde hallediyordu; esasen gıda mideye inmeden sindirim işlemini başlatıyorlardı. Daha fazla kaloriyi daha etkili biçimde almanın başka bir yoluydu.

Memelilerin ataları (şimdiye dek tanıştığımız çeşitli pelikozorlar, therapsitler, kinodonlar), çoğunlukla basit ısırıklara sahipti. Kertenkelelere ya da etle beslenen dinozorlara benziyorlardı: Çenelerini kapatabiliyorlardı, hepsi bu kadar. Yukarı aşağı hareketle yiyeceği doğruyorlardı. Bu usul, gıdayı tutup yarıyordu; gıda paramparça ediliyor, yutuluyordu. Ağızda pek bir işlemden geçmiyordu. *Oligokyphus* gibi kimi ileri kinodonlar istisnaydı. Bitkileri öğütmek için, ağızları kapalıyken alt çenelerini geriye kaydırmanın yolunu bulmuşlardı. Fakat, nadir bir durumdu.

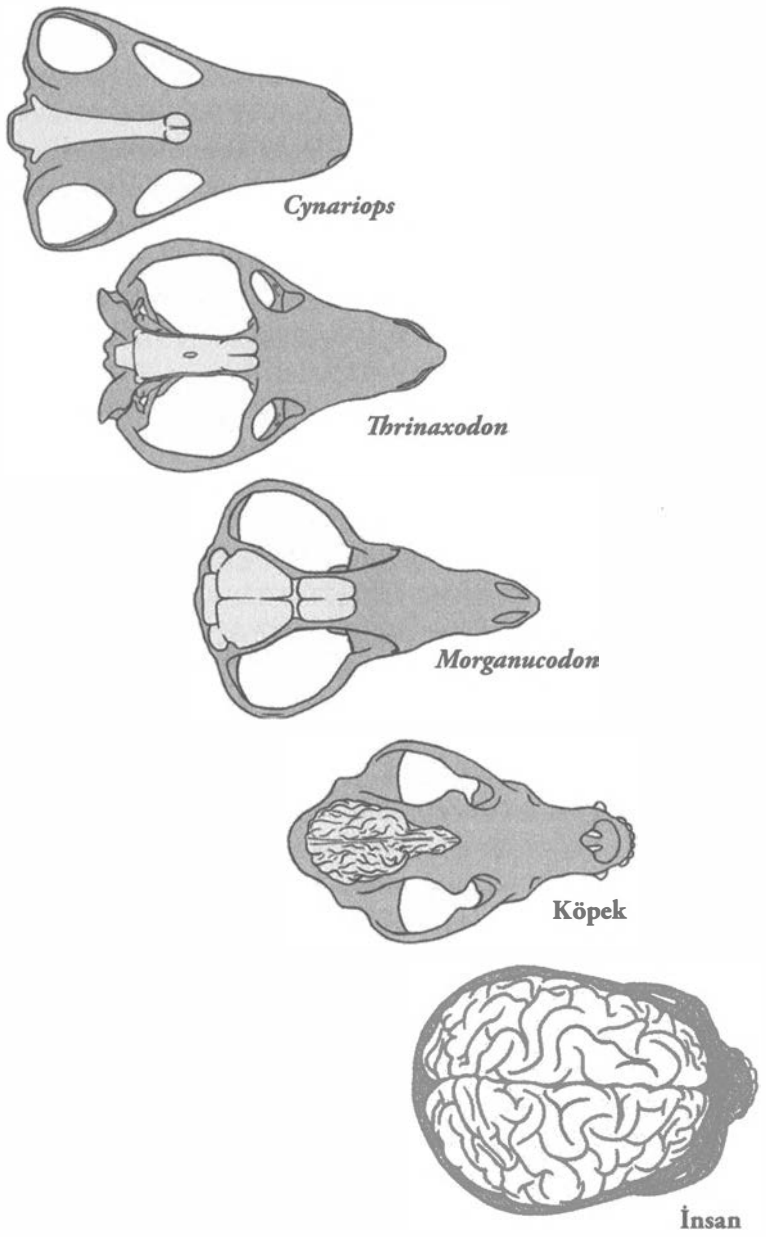
Öte yandan Triyas memelileri, gıda işleyen makinelere dönüştü. Çeneleri yukarı aşağı, ileri geri, yandan yana hareket edebiliyordu. Bir çiğneme hareketi geliştirmişlerdi; yüzücülerin koordineli kulaç hareketi gibi art arda üç eylemden meydana geliyordu. Birincisi, ağız kapalıyken alt çene yukarı ve içeri hareket edip üst çeneye yaklaşır (güç veren kulaç), ağız açıkken aşağı hareket eder (toparlanma kulacı), ardından azıcık dışa doğru hareket eder (hazırlık kulacı) ve işlem sürekli tekrarlanır. Tüm bunlar, çene açılıp kapanırken alt çenenin dışarı ve içeri doğru yuvarlanması gibi eşsiz bir yetenek sayesinde mümkün oldu. Çenenizi iyice oynatın, tüm doğrultulara nasıl hareket ettiğini hissedin. Triyas döneminden uzak atalarımızın öncüsü olduğu bu yeni çiğneme hareketlerini deneyimlemiş olacaksınız.

Karmaşık ve koordineli çene hareketleri, denklemin yalnızca bir yanıydı. Çiğneme işi için, bu memelilerin üst ve alt çeneleri bir araya gelmeliydi. Buna, oklüzyon denir. Dinozorlardaki ve sürüngenlerdeki tablodan farklıdır. Bu hayvanlarda üst çene dişleri çoğunlukla alt çene dişlerinin önünde yer alır ya da iki diş sırası zikzak dizilişle birbirine uyar, ama, çene kapalıyken temas etmezler. Memeliler bundan epey farklıdır. Ağzımızın kapalı halinden belli oluyor. Ön dişlerimiz azıcık önde olsa da, yanak hattında dişler sımsıkı kavuşur, üst dişler alt dişlerin üstüne oturur. Dişlerimiz birbirine öyle güçlü geçer ki tamamen ısırdığımızda, çenemiz fiilen kilitlenir. Çiğneme için gerekli yüzey alanını sağlayan unsur, bu geniş temas ve üst dişler ile alt dişlerin sımsıkı oturmasıdır. Bu özellik, *Morganucodon* gibi Triyas memelilerinde gelişti. Klasik memeli dişlerinin imalatında atılan son adımdı: Yanak dişleri, küçük azıdişleri ve büyük azıdişleri olarak bölündü.

Fakat, oklüzyon bir sorunu da beraberinde getirdi. Üst ve alt dişlerin birbiriyle kusursuz eşleşmesi gerekir. Birindeki küspisler, öbüründeki girintilere uymalıdır. Aksi takdirde birbirlerine geçmezler, böylece çiğneme en iyi ihtimalle verimsiz, en kötü ihtimalle imkansız olur. Dişleri ömür boyu yenilenen hayvanlar (memelilerin ataları gibi) çiğneme hareketine kalkışsa, olacak şey budur. Üst ve alt dişler mükemmelen uysa bile, üst dişlerden biri düşecek olsa, alt çenedeki eşinin üst üste oturacağı diş kalmaz. Üst diş elbette yine büyür, ama, bu iş zaman alır, üstelik büyürken şekil değiştirir, tam boya ulaşana kadar alt dişe tamamen oturmaz. Açıkçası bu, çiğneyicinin işine gelmez, böylece bir kez daha memeliler dahice bir çözüm üretti. Dişlerin ömür boyu yenilenmesi son buldu, atalarının sınırsız diş üretiminin yerine bütün ömür devam eden iki diş takımı geçirildi: oluşum yıllarında süt dişleri takımı ve yetişkin dişlerin kalıcı dizilimi. Buna difyodonti denir (iki defa diş çıkarmak). Bir dahaki sefere dişiniz çatlayıp (ya da dişinizi kaybedip) da yüklü paralar bayılarak tedaviye ulaşmaya çalıştığınızda, Triyas dönemi atalarınıza lanet okuyabilirsiniz.

İlk memelilerde tüm bunların meydana geldiğini nereden biliyoruz? Yine fosillerden. Başlangıç olarak, *Morganucodon* ve öteki erken dönem memelilerin fosil kafataslarında üst ve alt dişlerin birbirine uyduğunu açıkça görebilirsiniz (küçük azıdişleri ve büyük azıdişleri esasen birbirine geçer). Dahası, *Morganucodon* ve diğer Triyas memelilerinin üç tepeli azıdişlerinde aşınmış yüzeyler var: karşı dişle mükerrer temastan ötürü oluşmuş, çizgilerle bezeli, düzleşmiş yüzeyler. Bu memeliler, dişlerini aşındırırken, hassas bir denge tutturuyordu. Haddinden fazla aşınırsa, diş öğütülüp güdüğe dönüşür; canı istediğinde diş çıkaramayacak bir hayvan için felaket demektir. Fakat, doğru miktarda aşınma, keskin kenarlı düz yüzeyler yontuyordu. Çeneler bir araya geldiğinde bu yüzeyler kesici bıçak gibi davranıyor, çiğneme işine bir kesme bileşeni ekliyordu.

Çiğneyen, dişleri üst üste oturan, sabit çeneli bu erken dönem memelilerin fosilleri başka bir açıdan daha kayda değerdir. Kafataslarında devasa bir boşluk bulunuyor. Demek ki pelikozor, therapsit ve kinodon atalarının beyninden çok daha iri bir beyne ev sahipliği yapıyorlardı. Boyut artışının büyük kısmı ön taraftaydı. Böylece, tüp şekilli atasal beyin, modern memelilerdeki daha küresel şekle, şişman ve yuvarlak beyin yarı kürelerine dönüştü. *Morganucodon* beyni, BT taramaları temel alınarak dijital ortamda oluşturulmuştur. Daha iri, tombul şeklinin dışında, memelilerin iki anahtar özelliğini sergiler. Koku soğancıkları kocamandır (koku duyusunu yönetirler). Beyinciğin üst kısmı yeni bir yapı barındırır: neokorteks denen altı katmanlı sinir dokusu kütlesi. Memeli icatlarının en muhteşemlerinden biridir. Nörologlar, neokorteksi memelilerin duyu bütünleştirme, öğrenme, bellek ve zekâ becerilerinin kilit unsuru olarak takdim eder. Dolayısıyla ilk Triyas memelilerinin çiğneme becerileri arttıkça



Sinapsitlerde beyin boyutunun zamanla genişlemesi. Memelilerin iri beyinlerinde, beyinciğin kıvrımlı dokusuyla ve irileşmiş neokorteksiyle zirve noktasına çıkar. Ölçek = 3 santim. (Sarah Shelley'nin çizimi)

beyinleri de irileşiyordu. Belki daha fazla gıda alabilmeleri, beyinlerinin irileşmesine, karmaşıklaşmasına yardımcı olmuştur, belki de beynin genişlemesi, çene kaslarının konumunun değişmesini mümkün kılmıştır, böylece ısırıkları güçlenmiş, çene hareketleri sofistikeleşmiştir. Her halükârda hem beslenme hem zekâdaki bu anıtsal değişiklikler, ilk Triyas memelilerinde uyum içinde meydana geliyordu.

Morganucodon, bu ilk memeli dalgasının en tanınan üyesidir; Triyas döneminde çoğalıp Jura döneminde de varlığını devam ettiren bazal memeli kümesinin tipik temsilcisidir. 1949'da Kühne tarafından adlandırıldı (gözaltı kampından çıktıktan sonra Londra Üniversitesi'nde okutman olmuştu). Bu ismi verirken tek bir kırık dişi temel almıştı. Uzunluğu taş çatlasa bir milimetreydi. Galler'de bir mağarada on kiloluk moloz çuvalında bulunmuştu. Kühne 1952'de Almanya'ya dönüp Berlin'de profesörlük aldıktan sonra Kenneth ve Coris Kermack çiftinin Güney Galler'de yürüttüğü ek çalışmalarda ilave yüzlerce kemik ve diş elde edildi.

Bu esnada Çin'de, Pekin Fu Jen Katolik Üniversitesi'nde paleontolog-rahiplerden oluşan bir ekip, ilk dönem memelileri arıyordu. Onlardan biri olan Peder Edgar Oehler batıya, Yunnan vilayetine gitti. Burada 2,6 santim uzunluğunda bir kafatası buldu. Alt çenesi eksiksizdi. Kafatasını Pekin'e, din yoldaşı Peder Harold Rigney'e gönderdi. Komünist gizli polisi (Mao'nun yeni hükümeti bu teşkilatı kısa süre önce kurmuştu) kapısını çaldığında, Rigney bu fosili inceliyordu. Tutuklandı ve dört sene boyunca hapiste tutuldu. Rigney, Kühne kadar talihli değildi. Hapishane duvarlarının ardında paleontoloji çalışma imkanı elde edemeyecekti, çünkü Komünistler, Çin'i din kurumlarından arındırma konusunda ciddiydi. Arka kapı diplomasisi manevraları sayesinde Rigney nihayetinde özgürlüğünü kazanıp ABD'ye döndü. Orada bu kafatasına tekrar kavuştu. Komünistlerden gizlice kaçırılmıştı. Otobiyografisini yazarken (ölçülü davranıp *Kızıl Cehennemde Dört Sene* başlığını koymuştu) birkaç sene kafatasına dokunmadı. Ardından, 1963 tarihli ünlü bir makalede bu kafatasını betimledi, yeni bir *Morganucodon* türü olduğunu ilan etti. Galler'den gelen kemik ve diş kayıtlarının artmasıyla birlikte, bu muhteşem fosil, *Morganucodon*'u ilk memelilerin bayraktarı haline getirecekti.

Başka erken dönem memeliler de vardı: Triyas'ta ve Jura'da yaşamış çeşit çeşit canlı türü. Bunların pek çoğu Britanyalıdır ve *Morganucodon* gibi İngiltere ve Galler mağaralarında bulunmuşlardır. Bu beleşçiler belki toprak altında yaşıyordu, ama, daha muhtemeli, su taşkınlarına kapıldılar ya da çatlakların, yarıkların mayın tarlasına düştüler, böylece tarihöncesi kemik mezarlıklarında parçaları birikti. Bunlardan birini Kühne bulmuştu. Ancak, en başta tanıyamadı. Büyük Britanya'ya sürgün edilmesinin kısa süre ardından keşfetmiş olduğu iki

diş. Bunları Cambridge'te Rex Parrington'a sattı. Parrington da bu dişleri yeni bir tür olarak adlandırdı: *Eozostrodon*. Başka bir tanesi Galler mağaralarında bulundu. Diane Kermack bu numuneye, Kühne'nin şerefine *Kuehneotherium* adını verdi.

Ayrıca Kühne'yle alakası olmayan türler de vardı. Güney Afrika'da amatör arkeolog Ione Rudner (kendi kendini yetiştirmiş bu kadın, Cape Town Üniversitesi'nde okuduktan sonra, Güney Afrika Müzesi müdürünün araştırma asistanı oldu), fevkalade bir kafatası ve iskelet keşfetti. Bunlara *Megazostrodon* adını verdi. Dünyanın öteki ucunda, Harvard profesörü ve eski ABD donanma askeri Farish Jenkins (kutup ayılarını defetmek için sahaya ateşli silah götürür, araştırma kampını askeri kışla gibi yönetirdi), Grönland'da *Morganucodon* benzeri memelilerin çenelerini ve dişlerini keşfetti. Daha yeni keşifler de var, mesela Çin'den gelen eksiksiz *Hadrocodium*. Tırnak kadar kafasıyla ve ataç üstüne sığabilecek bedeniyle, günümüzde yaşayan en ufak memeliyle (Tayland'a özgü bir buçuk ila iki gramlık bal arısı yarasası) aşağı yukarı aynı boydadır.

İlk memeliler çoğalıyordu. Baş döndürücü bir hızla çeşitleniyor, iri beyinlerinden ve yeni çiğneme serbestliklerinden yararlanıyorlardı. Pangea'ya yayıldılar, hızla dünya çapında bir olay haline geldiler. Memeliler, süperkıtanın geniş kesimine yayılan ilk temel hayvan grubuydu. Artık megamusonlar ve çöller onları alıkoymuyordu. Çoğunluğu muhtemelen böceklerle besleniyordu. Ufak boyları ve güçlü, isabetli ısırıkları, çeviklik gerektiren böcekçil niş için tamamen uygundu. Gelgelelim, hepsi aynı böcekleri yemiyordu. Pam Gill ve çalışma arkadaşları, *Morganucodon* ile *Kuehneotherium*'un diş aşınmalarını karşılaştırdılar. Erken Jura sırasında Galler'de yan yana var olmuş bu iki türün farklı gıdalarda uzmanlaştıklarını gördüler. *Morganucodon*, kınkanatlılar gibi sert kabuklu böcekleri mideye indirirken, *Kuehneotherium* kelebek gibi yumuşak avları yeğliyordu. Bu, memeli evrimi boyunca kendini tekrarlayacak bir eğilimin ilk fısıltısıydı: Yeni bir memeli dalgası geldiğinde, çeşitlenme gölgelerde, minik böcekçiller olarak başlıyordu.

***

Farish Jenkins, tüfeğini sırtına asıp memeli çenesi toplamadığı zamanlarda, Ivy League üniversitelerinden birinde zarif bir profesördü. Ütülü takım elbiseleriyle ders verirdi. Dört dörtlük bir icracıydı. Cıvıtmayan esprileriyle ve kullandığı teçhizatla genç nesilleri eğlendirdi. İnsan bedeni hareketlerinin farklı tarzlarını göstermek için kullandığı protezler, özellikle de Kaptan Ahab bacağı ünlüydü. Gerçi eski öğrencileri, her şeyin ötesinde Jenkins'in titiz kafatası ve iskelet çizimlerini hatırlıyor. PowerPoint öncesi dönemde başvurduğu başlıca öğretim gereciydi. Dersten saatler önce, bazen sabah karanlığında (Harvard Avlusu'nun



Farish Jenkins'in erken dönem memeli ***Megazostrodon***'a dair devrimci çizimi. (görselin değiştirilerek alındığı yer, Jenkins ve Parrington, 1976)

gececil hayvanlarının böcek peşine düştüğü saatlerde) sınıfa gelir, kara tahtaya tebeşirle şaheserlerini çizerdi.

En ünlü çizimi *Megazostrodon*'dur. Ione Ruder'ın on yıl önce bulmuş olduğu iskelet için 1976'da kaleme aldığı bir tasvirde, profesyonel bir çizer tarafından rötuşlanarak ilk kez boy gösterdi. Bilimdeki klasik imgelerden biri haline geldi. Ders kitaplarında ve evet, günümüzde çoğumuzun yeğlediği PowerPoint sunumlarında sık sık görülür. Che Guevara'nın ikonlaşmış imgesi gibi, tekil bir bireyin ötesinde bir şeye işaret eder. Bir devrimin portresidir. Pangea'ya yayılan, hanedan kuran ilk memelilerin imgesidir.

Soreks ya da fare boyutunda olan minnacık *Megazostrodon* çizimde irkilmiş halde. Ağacın tabanında tetikte bekliyor. Uzuvları, kıvrak bedeninin altında gururla dikilmiş. Bir kararsızlık anı yaşamakta. Ayakları yukarıya dönmüş. Sanki ağaca tırmanıp dallar arasında gözden yitecek. Fakat, elleri dışa dönük. Dolayısıyla zeminde koşarak kaçma seçeneği de açık. Bir şeyler seziyor; belki bir tehlike, belki de lezzetli bir böcek, çünkü çenesi ardına kadar açık. Kesicidişleri, köpekdişleri, küçük azıdişleri, büyük azıdişleri tam takım yerinde. Dişler minik, ama, keskinler. Üst ve alt çene dişleri, milisaniyeler içinde kapanacakmış gibi duruyor. Göz çukuru dar, dolayısıyla çevresini gözlemlemek için başka

duyulara da bel bağlamış olmalı. Dikkatini çeken her neyse sesini duymuş ya da kokusunu almış olsa gerek.

Bugün kanlı canlı bir hayvanda görsek, bu iskelet bize tanıdık gelirdi. Açıkça, şüpheye yer bırakmayacak şekilde bir memeli iskeletidir. Kürkle kaplıydı, ileri geri seğirtirken dik yürüyordu, üstelik memeli dişlerinin tam takımına sahipti. Çiğnemek için bu dişleri kullanıyordu, bütün ömründe diş takımını bir kez değiştiriyordu. Çevikti, ağaçlara tırmanabiliyor, zeminde ilerleyebiliyordu. Sıcakkanlı bir hayvandı ya da sıcakkanlı olmak üzereydi. Gecenin soğuğunda böcek avlarken beden sıcaklığını rahatça koruyabiliyordu. Kafasının içinde irice bir beyni vardı; onu zekâyla ve keskin koku alma duyusuyla donatan bir beyin. İşitme duyusu da sağlamdı.

İster ormanda geziyor ister metroya yetişmek için koşuyor olun, bu ufak yaratık önünüzde koşturuyor olsa, eminim fare olduğunu sanırdınız.

Memeliler gelmişti. Pelikozor, therapsit, kinodon atalarının 100 milyon yılı aşkın evrim sürecinde biriktirdiği nice fevkalade adaptasyonun mirasçılarıydılar. Bu yeni memeliler dünyaya yayılıyor, Pangea'yı ele geçirmeye, Permiyen sonundaki yanardağların gazabı sırasında therapsit öncülerinin yitirdiği egemenliği geri kazanmaya hazırlanıyorlardı.

Peki, gerçekten de öyle miydi?

Süperkıta parçalanmaya başlıyordu. Dinozorlar gitgide irileşiyor, vahşileşiyordu. Evrimsel yeniliklerine rağmen yeni memelilerin seçenekleri sınırlıydı.

Gözden ırak yaşama konusunda gerçekten beceri kazanmaları gerekecekti.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MEMELİLER *VE* DİNOZORLAR



Vilevolodon

William Buckland, seyirciyi avucuna almasını bilirdi. On dokuzuncu yüzyılın başlarında Oxford Üniversitesi'nde sıradışı bir profesördü. Jeoloji ve anatomi üstüne seminerleri, mutlaka görülmesi gereken eğlencelerdi. Tam teşekküllü akademisyen kılığını kuşanır, koridorlarda aşağı yukarı paldır küldür yürür, birtakım kopuk hayvan parçalarının yanından geçerken haykırarak öğrencilerine sorular sorardı.

Buckland'ın evi, istifçilere yaraşır bir kemik iniydi. Doldurulmuş hayvanlar, deniz kabukluları ve başka ilginçlikler içeriyordu. Bir süre kendi hayvanat bahçesi de oldu. Akşam yemeği davetlerinde evcil ayısını yürüyüşe çıkarırdı (sahibi gibi, akademi cübbesi giydirilirdi), bu esnada konuklarına, Britanya İmparatorluğu'nun çeşitli köşelerinden getirtilmiş gizemli etler ikram ederdi. Kızarmış ekmek üzeri fare eti eksik olmazdı, tıpkı panter eti ve liman yunusu eti gibi. Ara sıra arkadaşlarının şansı yaver gider, yalnızca devekuşu ya da timsah mideye indirmek zorunda kalırlardı; Buckland hiç şüphesiz bu menüyü sıkıcı bulurdu.

Gördüğünüz üzere, Buckland'ın hayattaki amacı, hayvanlar aleminde ne var ne yok yemekti. Her şeyi mübah sayıyordu; insanları bile. Rivayete göre York Başpiskoposu ona gümüş kutu içinde salamura bir kalp gösterip XVI. Louis'ye ait diye bilindiğini söylemiş. Güya Buckland, "Tuhaf tuhaf nice şey yedim," demiş, "ama, daha önce hiç kral yüreği yememiştim." Organı alıp yutmuş. Başpiskopos dehşet içinde kalakalmış. İlginç bir manzara olsa gerek.

Fakat, o gece en büyük gösterisini sergileyecekti.

Buckland 1824 kışının başlarında bir akşam Londra Jeoloji Derneği'nde konuşma yapmak üzere kürsüye çıktı. Üyelere özel bu kulübe kısa süre önce başkan seçilmişti. Victoria Dönemi öncesi toplumun tüm doğa bilimcileri, ilahiyatçıları, aristokrat taş koleksiyoncuları üyeydi. Buckland dört dörtlük bir gösteri insanı olduğundan, kabul konuşmasını unutulmaz kılmak istiyordu. Elinde bir kozu vardı. İngiltere kırsalında, eski Stonesfield köyü civarında, kireçtaşı blokları çıkaran işçilerin bulduğu birtakım dev fosil kemikler edindiğine dair söylentiler yıllardır dolaşımdaydı. Düz yassı katmanlar, çatı parkeleri için mükemmeldi, ama ara sıra içlerinde diş ve kemik gömülü oluyordu; eğer söylentiler sahiyse. Şimdi, on senelik çalışmanın ardından, Buckland bir duyuru yapmaya hazırdı.

Epey süslediği konuşmasında, seyirciye, çatı taşları içinde gerçekten de kemikler bulunduğunu, üstelik kemiklerin iri olduğunu söyledi; günümüz İngiltere'sinde yaşayan herhangi bir hayvanın kemiklerinden çok daha büyüktü. Şekilleri ve orantıları bakımından sürüngenlerdi, adeta dev kertenkele benzeri bir hayvana aitlerdi. İzleyicinin gördüğü ya da deneyimlediği hayvanlardan çok ejderha mitine benzeyen bir yaratıktı. Yepyeni bir şeydi. Buckland, bunu betimlemek için mükemmel bir isim uydurmuştu: *Megalosaurus*.

Mest olan izleyici henüz kavramamıştı, ama, Buckland az önce bilinen ilk dinozoru gün yüzüne çıkarmıştı.

O akşam, bilim tarihinde çığır açan bir andı. İnsanların bitmek bilmez dinozor hayranlığının kıvılcımı çakıldı. Sayısız öyküde anlatılmıştır, ama, bu yeniden aktarımlar çoğunlukla, o gün Buckland'ın başka bir duyuru daha yaptığını söylemez. Fiziksel boyutu çok daha ufak, ama, eşit oranda devrimci bir keşfin duyurusu. Kireçtaşı kalıpları, kocaman kemiklerin arasında başka bir fosil tipini daha barındırıyordu. Buckland bu fosili, "fevkalade" diye nitelemişti (ondan beklemediğimiz mütevazı bir ifade).

İki minik çenenin uzunluğu taş çatlasa iki buçuk santimdi. Bir dizi küspisli dişle bezelilerdi.

Bunlar hiç şüphesiz memeli çeneleriydi. Aşağı yukarı fare ya da soreks altçene kemikleri boyutundaydılar. Buckland'ın nazarında dişlerin, opossum dişlerine tekinsiz bir benzerliği vardı. Bu hayvanı muhtemelen akşam yemeği ziyafetlerinden iyi tanıyordu. *Megalosaurus* kemikleri yanında bulundukları için, bu çeneler, dev sürüngenlerin ve ilkel memelilerin bir zamanlar yan yana yaşadığının kanıtıydı. Memelilerin, insanların düşündüğünün aksine çok daha eski bir geçmişi olduğunun ilk işaretiydi.

Paleontolojinin bir centilmen uğraşı olmaktan çıkıp bilimsel disiplin haline geldiği oluşum yılları sırasında Buckland'ın dinozorları değil ama minik çeneler bir süreliğine hararetli tartışmalara konu oldu. On dokuzuncu yüzyılın başı ila ortasında paleontolojinin pek çok kilit şahsiyeti bu çeneler hakkında bilgiçlik tasladı. Mesela huysuz anatomi uzmanı Richard Owen; ileride Karoo'nun ilk "memeli benzeri sürüngenlerini" betimleyecek, Buckland'ın *Megalosaurus*'u ile Victoria İngiltere'sinin tüm köşelerinde boy gösteren öbür dev sürüngenleri sınıflandırmak için "dinozor" ismini uyduracaktı. Buckland, Owen ve başka isimler, çenelerin kimlik teşhisi için onlarca yıl tartıştı. Bu çarpışma, acaba canlı türleri zamanla evrimleşmiş midir sorusu etrafında dönen daha geniş menzilli savaşın cephelerinden biriydi.

Fakat, popülerlik yarışmasını nihayetinde dinozorlar kazandı. *T. rex*, *Triceratops* ve *Brontosaurus*, herkesin bildiği isimler haline geldi, oysa Buckland'ın mini minnacık çeneleri (*Phascolotherium* ve *Amphitherium* adlı türlere aitlerdi), bilim insanlarının lügatıyla sınırlı kaldı. Keşiflerin o soğuk, acı gerçeği. On dokuzuncu yüzyılın akışında, İngiltere'de ve Avrupa'nın kimi köşelerinde büyük dinozorlar bulundukça bulundu, ardından Andrew Carnegie gibi şöhrete aç sanayicilerin finanse ettiği bıçkın tipler Batı Amerika'nın çorak topraklarından dev iskeletler çıkardı. Bu arada, söz konusu zaman aralığının (Jura ve Kretase dönemlerinin) memeli fosilleri nadir ve bayağıydı. Çoğunlukla tek tek dişlerle ve

çene kalıntılarıyla sınırlıydı. Tam iskeletler bulunamamıştı. Bulunmuş olsaydı bile, bunların fare benzeri vücut yapısı, kitleleri uçak boyundaki *Diplodocus* kadar heyecana getiremezdi.

O halde Jura ve Kretase memelilerinin donuk bir itibar edinmiş olması hiç şaşırtıcı değil. Bunların, fare gibi görünüp davranan, yavan, özelleşmemiş genelciler olduğu, dinozorların uzun gölgesi altındaki cılız bir varoluşta idare etmekle sınırlı kaldıkları söylendi. Dinozor dramında taş çatlasa karakter oyuncusu, daha ziyade figüranlardı.

Fosillerin büyülediği çoğu genç insanın (ben dahil) Jura memelileri yerine dinozorları cazip bulması hiç şaşırtıcı değil. Gençliğimdeki tutkum mesleğe dönüştü. Böylece yolum birkaç yıl önce Çin'in kuzeydoğu köşesine düştü. Liaoning'in tüylü dinozorlarını incelemek üzere müzeden müzeye sekiyordum. Bu muhteşem fosiller (havlı postla kaplı, kuş tüylü kanatlar taşıyan iskeletler), Jura ve Kretase sırasındaki yanardağ püskürmeleri sayesinde oluşmuştu. Dinozorlar açısından şansız bir durum; günlük işlerini yapmaya giderken, Pompei'deki gibi külün ve çamurun altında kalıp ölmüşlerdi. Öte yandan talih paleontologların yüzüne gülmüş oldu. Çünkü fosiller inanılmaz ayrıntılarla korunmuştu. Hatta tüylerine renk veren pigmentli melanozomlar dahil. Bu yolculuktaki görevim, tüylerden (kepek zerresi kadar kırılgan) minik numuneler alıp laboratuvarıma götürmekti. Öğrencilerimle birlikte çok güçlü mikroskoplarla fosillere bakabilir, melanozomları tespit edebilir, bu dinozorların bir zamanlar hangi renklerle bezeli olduğunu anlayabilirdik.

Yolculuğun başlamasının üzerinden birkaç gün geçmişti. Beipiao Pterozor Müzesi'nin karanlık koridorlarında tüy kazıdığım bir sabahın ardından mola vermek istedim. Arkadaşım Junchang Lü (Çin'in önde gelen dinozor avcılarından biri; maalesef 2018'de hayata gözlerini yumdu), müze müdürüyle bakıştı. Kısık sesle Mandarince birkaç kelime söyledikten sonra, Junchang bana işaret edip peşinden gelmemi istedi. "Sana gizli bir şey göstereceğiz," dedi. "Üstelik dinozor değil!"

Müzeden ayrıldık, bir arabaya atladık. Beipiao şehrinin bisikletlerle ve erişte tezgâhlarıyla tıkanmış dar sokaklarından yılan gibi kıvrıla kıvrıla ilerledik. Ani dönüşle gözden ırak bir sokağa daldık. Sokak küçük bir avluya açıldı. Araba aniden durdu. Dışarı çıkmam söylendi. Müze müdürü, metal ızgarayla kaplanmış bir giriş yerine işaret etti. Apartman gibi görünen, kalabalık ve yaşını belli eden bir binanın zemin katıydı. Kapının kilidini açarken, böyle varlıklı bir iş insanının (kendi parasıyla müzeler inşa edip bunları fosillerle doldururdu), bu kadar mütevazı bir yerde yaşaması mümkün değil diye düşündüm.



Junchang Lü (ortada) ve ekibi, bana Çin'in Beipiao şehrindeki gizemli memeli fosilini gösteriyorlar. (fotoğrafı çeken Steve Brusatte)

Antre ışıkla aydınlandı. Tuhaf bir manzara odağa oturdu. Buckland'ın iki yüzyıl önce Oxford'daki evini nasıl hayal ediyorsam, bu oda tam ona benziyordu. Tüm yüzeyler tozlanmıştı. Zeminde birtakım kutular ve ahşap sandıklar duruyordu. Masaların ve çalışma tezgâhlarının üzerinde ha yıkıldı ha yıkılacak gazete kuleleri oluşmuştu. Çekiçler, keskiler, fırçalar etrafa dağılmıştı. Tutkal şişeleri ve ufak plastik poşetler cabası. Üstelik bol bol fosil vardı. Yaklaşık iki buçuk santim kalınlığında kireçtaşı kalıplara gömülüydüler. Bu kalıplardan muhtemelen hoş çatı karoları olurdu. Burası sıradan bir apartman dairesi değildi. Bir atölyeydi; derme çatma bir laboratuvar. Yöre çiftçilerinden satın alınmış fosiller burada temizlendikten sonra müzede sergileniyordu.

Müdürün yardımcılarından biri yan odaya daldı. Elinde iki taş kalıpla odadan çıktı. Bunlar birbirine yapboz parçası gibi oturuyordu. Gazete yığınını kenara itti. Kalıpları masaya koydu. Sonra eline bir lamba aldı. Hazinenin üzerine ışık tutup öne gelmemi söyledi.

Minik fosil kabuklarıyla bezeli olan gri renkli kireçtaşının yüzeyinde, elma boyutunda kahverengi bir leke vardı. Daha yakından baktım. Kahverengi madde, kıldı. Ortadan geçen bir omurga da bulunuyordu.

Bu bir memeli fosiliydi! Aşağı yukarı 160 milyon yıl önce Jura dönemi sırasında tüylü dinozorların yanında yaşamış bir memeli. Bir anlamda olağan kalıba uyuyordu: Ufaktı, kanatlı dinozorlardan biri bunu kolaylıkla ezmiş ya da üzerine basmış olabilirdi. Fakat, çok daha önemli bir anlamda, Jura ya da Kretase memelisinin nasıl olması gerektiğine dair anlayış kalıbını kırıyordu. Omurganın iki yanından bir deri parçası baş veriyordu. Kollar ile bacaklar arasında uzanıyordu. Uçan sincapların kanat zarına benziyordu.

Ne idüğü belirsiz bir fare taklidi olmak yerine, bu memeli, havada süzülerek ağaçtan ağaca geçebiliyordu. Dinozorlarla yan yana yaşamış memeliler, açıkçası, paleontologların uzun süredir düşündüğünden çok daha ilginçti (bu anlayış Buckland'a kadar uzanır).

***

Memelilerin, Jura ve Kretase dönemlerinde havada dinozorların üzerinden süzülmelerinden önce, Triyas'tan sağ salim çıkmaları gerekiyordu. Dinozorların yaptığı gibi. Bu iş hiç de kolay değildi.

Morganucodon gibi ilk memeliler Triyas'ta kinodon atalarından evrimleşirken (yeni çene eklemi, memeli diş takımı, çiğneme yetenekleri, minik beden boyutu, irileşmiş beyin, sıcakkanlı metabolizma geliştiriyorlardı), dünya da değişiyordu. Çok derinlerden gelen basınç, Pangea'yı esnetmeye başladı. Bir batı ucundan bir doğu ucundan çekiliyordu. Yüzeyde yaşayan memelilerin gözünde yavaş, algılanamaz bir süreçti. Milyonlarca yıl devam ettikten sonra aniden felakete döndü. Yaklaşık 201 milyon yıl önce, Triyas sonunda, süperkıta çatlamaya, ortasından açılmaya başladı. Kuzey Amerika Avrupa'dan ayrıldı; Güney Amerika da Afrika'dan koptu. Günümüzdeki kıtalar, Pangea'nın bölünmesinden doğdu. Bugün sınır çizgisini işaretleyen Atlas Okyanusu'dur. Fakat su, yeni yeni ıraksayan kara kütleleri arasındaki boşluğu doldurmadan önce, toprak lav kusacaktı.

Yaklaşık 600.000 yıl boyunca Atlas Okyanusu'nun gelecekteki kıyı şeridinde megayanardağlar püskürdü. Dört adet şiddetli etkinlik nöbeti meydana geldi. Yeni kıtaların kenar kesimleri alevlere boğuldu. Üst üste eklenince, lav akıntılarının ve magma bacalarının bir kısmı, Empire State Binası'nın yüksekliğinin iki katına, yani dokuz yüz metre kalınlığa ulaşabiliyordu (günümüzde bunları New York Şehri civarında ya da Fas çöllerinde bazalt kaya yarları olarak görmek mümkün). Gelgelelim, asıl dehşet kaynağı, lav ya da kül değil, 50 milyon yıl önce Permiyen sonunda olduğu gibi, toprağın derinlerinden gelip yanardağ bacaları aracılığıyla atmosfere yükselen gazlardı: Karbondioksit ve metan gibi sera gazları, küresel ısınma artışını hızlandırdı. Permiyen sonundaki gibi, sıcaklık yükselişi, okyanusların asitlenmesine sebep oldu, sığ suları oksijensizleştirdi, karada da denizde de ekosistem çöküşlerini tetikledi. Bir kez daha kitlesel

yokoluş cereyan etti. Bu sefer canlı türlerinin en az yüzde 30'u can verdi, ama, muhtemelen gerçek sayılar çok daha yüksektir.

Bu yokoluşun birtakım kayda değer kurbanları vardı, mesela uzun dişli dikinodonların sonuncusu: Memelilerin yakın kuzeniydi, therapsitlerin Permiyen dönemindeki çeşitlenmesinin artığıydı. Therapsitler Triyas dönemine tökezleye tökezleye girmiş, burada tekrar çeşitlenip bitkiyle beslenen hantal, koca göbekli hayvanlar yaratmışlardı, örneğin Polonya'nın fil boyutlu *Lisowicia* türü. Pek çok amfibi de telef oldu, tıpkı Triyas'ta dinozorlarla rekabet eden tüm timsah kuzenleri gibi.

Fakat, bu vartayı sağ salim atlatan en büyük iki grup, memeliler ve dinozorlardı. Dinozorların nasıl dayandığı henüz yanıtlanmamış bir sorudur. Dinozor araştırmacılarının tartıştığı en büyük gizemlerden biridir. Belki sebep, timsah rakipleriyle yarışmaktan kurtulmalarıydı, belki de bu dinozorlar, kendilerini sıcaklık dalgalanmalarından koruyan tüylerle donanmıştı ya da yavru halinden yetişkin haline çabucak olgunlaşmalarını sağlayan yüksek büyüme hızları vardı. Belki düpedüz talihleri yaver gitti. Gerçi iş memelilere gelince, doğal afete göğüs germeye hazırlıklı olduklarını görmek kolay. Ellerindeki kartlar bu işe tam uygundu: ufak ebat, hızlı büyüme, keskin duyular ve zekâ, ağaçlarda ya da kovuklarda saklanma yeteneği. Nasıl sıçanlar metro tünellerinin karanlık kuytularında idare ediyor, metronun zehirli gazlarına karşı gayet sorunsuz başlarının çaresine bakabiliyorsa, *Morganucodon* tipi memeliler de küresel ısınmaya bana mısın demedi.

Yanardağların faaliyeti yavaşladıkça, yeni kıtalar birbirinden santim santim uzaklaştıkça, dünya her zamanki gibi kendini toparladı. Triyas yerini Jura'ya bıraktı. Dinozorların ve memelilerin ayaklarının altına keşfedebilecekleri yeni, çok daha boş bir dünya serilmişti. Dinozorların yanıtı giderek irileşmek oldu: Jura döneminin ortasına gelindiğinde, uç uca eklenmiş beş filden de iri, uzun boyunlu dinozorlar yaşıyordu. Bunlar yürürken resmen yeri sarsıyordu. Üstelik dinozorlar çeşitlendi. Aile ağaçları çiçeklendi, her türlü yeni gruba can verdi: Başlarında fantastik sorguçlara sahip, et yiyen, cip boyutunda teropodlar, kolay erişilebilir bitkileri mideye indiren levha sırtlı stegozorlar, gövdeleri zırhla ve dikenle kaplı tank misali ankilozorlar, deşici pençelere ve tüylü posta sahip atılgan raptorlar ve orta Jura'ya gelindiğinde, havalanmak için kanatlarını çırpan, güvercin boyutunda yaratıklar, yani ilk kuşlar.

Öte yandan memeliler hâlâ ufaktı. Bunca dinozor varken, muhtemelen öyle kalmak zorundaydılar. Fakat, tıpkı dinozorlar gibi memeliler de çeşitlendi; pek çok yeni tür, çeşit çeşit beslenme biçimi, davranış, hareket tarzı oluştu. Toprağın ya da bitki örtüsünün altındaki, karanlıktaki, ağaç tepelerindeki, gölgelerdeki

gizli saklı nişleri doldurmakta uzmanlaştılar. Dev dinozorların ulaşamadığı her yerde, memelilerin orayı mesken tuttuğuna, orada çoğaldıklarına emin olabilirsiniz.

Bu dönemde memeli aile ağacı üstel hızla genişledi. Ağacın gövdesinde çıkmaz sokak denen karman çorman dalların tomurcukları oluştu. *Morganucodon* gibi en erken Triyas memelileri ile uçtaki günümüz memelileri arasına sıkışmışlardı. Fakat, bu ifade adil değil. Söz konusu grupların (az sonra daha fazla değineceğimiz dokodonlar ve haramiyidanlar gibi grupların) "çıkmaz sokak" sayılmasının yegâne sebebi, günümüze ulaşamamış olmalarıdır. Geçmişe bakıp değerlendirme yapmanın ayrıcalığı işte budur. Jura ve Kretase sırasında bu erken dönem memeli grupları müthiş hızlı evrimleşti. Modern memelilerin de sahip olduğu pek çok beslenme ve hareket tarzıyla denemeler yaptılar. Kendi zamanlarında ve mekanlarında bu memeliler hiç de kenarda kalmış falan değildi.

***

Jura ve Kretase memelileriyle tanışmam, bunlara ilişkin kalıplaşmış görüşlerin parçalanmakta olduğu döneme denk geldi.

1999 baharıydı. Lisedeki ilk günümdü. Dinozorlara aşıktım. Anne babam pek anlam veremediler, ama, Paskalya bayramında Pittsburgh Carnegie Doğa Tarihi Müzesi'ni gezmeye gidebilir miyiz diye sorduğumda itiraz etmediler; adamlarına batı Amerika topraklarından toplattığı dev dinozorları sergilemek maksadıyla Andrew Carnegie'nin inşa ettiği tapınak. Bu sergileri görmek bana yetmedi. Fosil koleksiyonlarının sahne arkasını da görmek istiyordum. Neyse ki kimden rica edeceğimi biliyordum.

Birkaç hafta önce Carnegie küratörlerinden biri (Zhe-Xi Luo) haberlere çıkmıştı. Luo ve Çinli meslektaşları, göz kamaştıran yeni bir Kretase çağı memelisi betimlemişlerdi. Yalnızca birkaç santim uzunluğundaki bu iskeletin zayıf bir kuyruğu, hareketli uzuvları, böcek yemek için kullandığı üç küspisli dişleri vardı. İskeleti buldukları Çin topraklarının (Liaoning Vilayeti) eski adına ithafen *Jeholodens* ismini koydular. Fosil iskeletinden hareketle çizilen benekli, kürklü bedeninin resmi bütün ülkede pek çok dergide, gazetede boy gösterdi. Hatta hatırladığım kadarıyla, Illinois kırsalındaki küçük kasabamın gazetesinde de basıldı. Dinozor değildi, ama, gayet harika olduğunu düşünmüştüm, böylece Luo'nun e-posta adresini buluncaya kadar Carnegie Müzesi'nin internet sitesini eşeledim, sonra şansımı deneyip özel tur isteğinde bulundum.

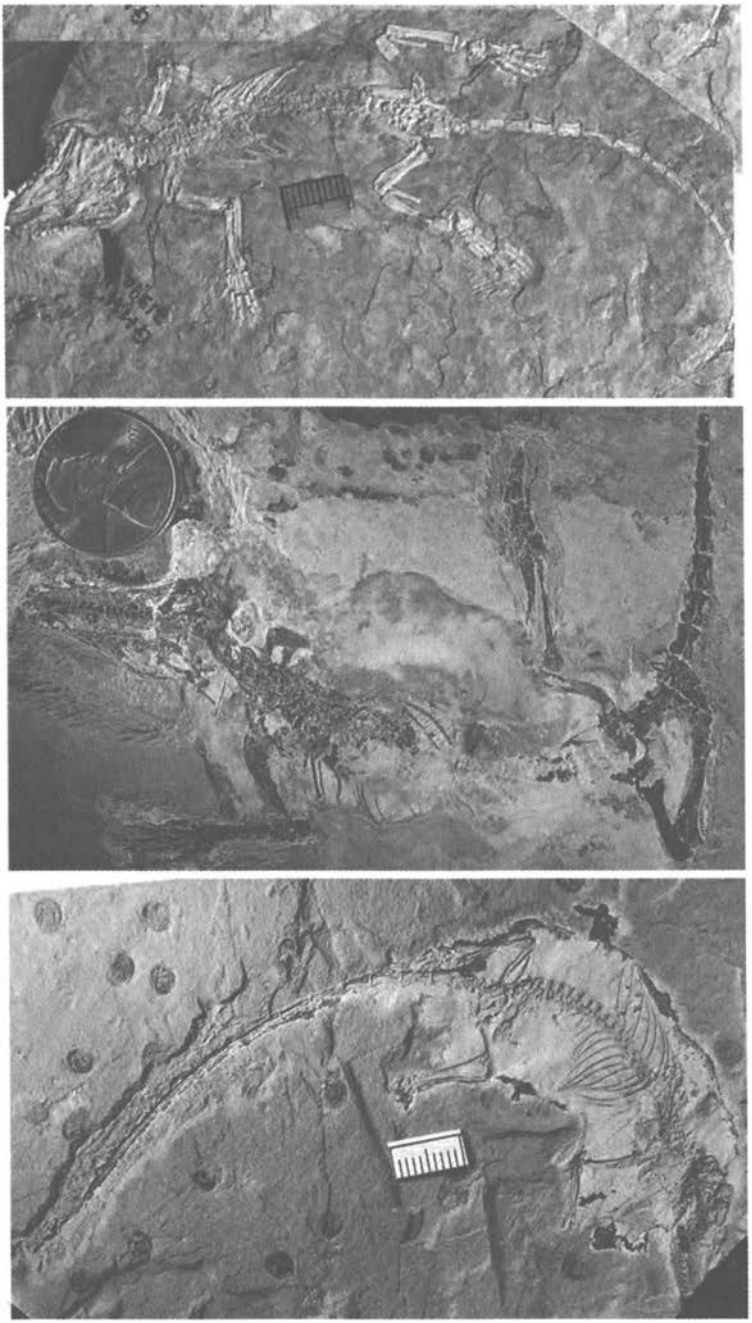
Luo derhal yanıt verdi. Meşgul, ünlü bir bilim insanına göre çok cömert bir yanıttı. Kısa süre sonra ailem ve ben, cıvıl cıvıl bir Nisan sabahı müzenin girişinde Luo'yla buluştuk. Bir saati epey aşkın süre boyunca bizi fosil kemikleriyle dolu arka odalarda gezdirdi, durmadan dinozorlarla ilgili sorular sormamı

bile dert etmedi. Gezinin sonuna doğru, bizi, gazetemizde boy göstermiş resmi çizen ressamla tanıştırdı: Mark Klinger. Mark başıyla selam verirken, Luo bana, "Gözünü Çin'den ayırma," dedi. *Jeholodens*'in daha başlangıç olduğunu söyledi; piyasadaki nakit para hakkında içeriden tüyo veren birinin sırıtışıyla konuşuyordu. Bütün Liaoning'de çiftçiler, tüylü dinozorların yanı sıra pek çok yeni memeli de buluyordu. *Jeholodens* gibi bazıları, Kretase çağı canlılarıydı, 130 ila 120 milyon yaşındaydılar. Jehol Biyotası denen bir topluluk meydana getiriyorlardı. Anlaşıldığı üzere çok daha yaşlı olanlar da mevcuttu: Yaklaşık 157 milyon yıl ila 166 milyon yıl öncesinden kalma, Yanliao Biyotası denen daha eski bir topluluk oluşturan memeliler.

Müteakip yirmi senede, Luo'nun öngörüsünün gerçekleşmesini şaşkınlık ve hayranlıkla izledim. Çinli memeli fosilleri geldikçe geliyordu. Siz bu satırları okurken de belirmeyi sürdürüyorlar. Her sene *Nature* ve *Science* gibi önde gelen dergilerin sayfalarını birkaç yeni Liaoning memelisi süslüyor. Hemen her fosili, dostça rekabet eden iki ekipten biri betimliyor. İki ekibin de başında, yolu ABD'ye düşmüş Çin doğumlu paleontologlar var. Bir tanesi Luo'nun grubudur. Mezunu olduğum Chicago Üniversitesi'nde üslenmişti. Öbürü de Meng Jin'in yönettiği ekiptir. Kendisi, doktoramı tamamladığım Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nde küratördür. Dinozor meraklısı olarak başlamış olsam da, araştırmam gitgide fosil memelilere yöneldi. Hem Luo'yla hem Meng'le birlikte çalışmak bir onurdu. İkisi de memelileri öğrenme yolunda bana akıl hocalığı yapmış olan dünya çapında uzmanlardır.

Bu Liaoning memelilerini özel kılan unsur, dişten ve çeneden ibaret olmamalarıdır. Oysa yalnızca diş ve çene bulunması, Buckland'ın başına da, Luo ile Meng neslinin öncesinde Jura ve Kretase fosillerini araştıran tüm memeli paleontologlarının başına da dert açmıştı. Bunların pek çoğu tam iskelettir. Dinozor tüylerini taşa çevirmiş olan yanardağ kaynaklı hızlı gömülmeler sayesinde kemikler ve yumuşak dokular fevkalade korunmuştur. Bu iskeletler, dişlerin de çenelerin de ifşa edemediği bir şeyi gösterdi: Jura ve Kretase memeleri devasa çeşitlilik sergiliyordu, neredeyse akla gelen her bakımdan. Yegâne sınırlamaları boyuttu: Bölük pörçük fosil diş kayıtlarının önceden gösterdiği üzere, çoğunluğu soreks ya da fare ebatlıydı, hiçbiri porsuktan iri değildi. Fakat, yine de en azından biri (*Repenomamus* denen Kretase türü), sıradışı bir iş yapacak kadar cüsseliydi. Midesinde dinozor yavrusu kemikleri bulunmuştu. Ezelden beri anlatılan dinozorlara karşı memeliler öyküsü tepetaklak oldu. Demek ki bazı dinozorlar memeli korkusuyla yaşamıştı.

Yanliao Biyotası'na mensup iki memeli tipi, Jura döneminin beklenmedik çeşitliliğinin timsalidir. Bunlar, memelilerin rol aldığı kapsamlı iki yayılımın ilk örnekleri olan dokodonlar ve haramiyidanlardır. İkisi de Kretase'yi sağ sa-



Çin'in Liaoning vilayetinde bulunan, mükemmelen korunmuş memeli fosilleri: ***Jeholodens*** (üstte), ***Agilodocodon*** (ortada), ***Microdocodon*** (altta). (fotoğrafları çeken Zhe-Xi Luo)

lim atlatamadı, ama, kader azıcık farklı seyretmiş ve birkaçı günümüze kadar tutunmuş olsa, muhtemelen platipus gibi tekdelikli sayılabileceklerini düşünebiliriz. Memeli çeşitlenmesinin ilk dalgalarının birazcık tuhaf, bir parça ilkel kalıntıları olsalar da, bir o kadar hakiki bu memeliler şirin internet videolarına konu olacak, görülmesi şart hayvanat bahçesi etkinlikleri arasında sayılacaklardı. Bunların oturduğu aile ağacı dalları günümüzde kurumuş olabilir, ama, kendi zamanlarında hem dokodonların hem haramiyidanların işi pekâlâ rast gidiyordu.

Yanliao dokodonlarının bir enstantane fotoğrafına bakalım. Yukarılara tırmanan mini minnacık *Microcodon*'u görürüz. Standart fare ya da soreks gibi göründüğünü söylemeye cüret edeceğim. Ağırlığı 10 gramın altındaydı; onsun üçte biri. Fakat, bu memeliler anca bu kadar sıradan olabiliyordu. *Agilodocodon* adlı başka bir canlı türü, ince uzuvlara, uzun parmaklara, eğri el pençelerine, hayli esnek eklemlere sahipti; modern primatlar gibi ağaçlara tırmanan canlıların alameti farikaları. *Docofossor*'un iskeleti kökten farklıydı. Dirsek eklemi devasaydı. Parmak kemiği sayısı azalmıştı. Pençeleri kürek şekilliydi, elleri genişti. Bunlar kazı eylemine yönelik adaptasyonlardır. Günümüzün oyuk açan, toprak altında tünel kazan altın rengi köstebeklerinin özellikleridir. *Castrocauda*'yı da es geçmeyelim. Kuyruğu uzun, enli, düzdü; ayakları da perdeliydi. Tıpkı kunduzlar gibi. Azıdişlerinde beş adet eğri küspis hattı vardı. Erken dönem balinalardakine benziyor: kaygan balıklarla ve su omurgasızlarıyla beslenmek bakımından mükemmel bir diş şekli. *Castrocauda* yarı suculdu. Suda ayak vurarak ilerleyebilir, kıyıda rahvan yürüyebilirdi.

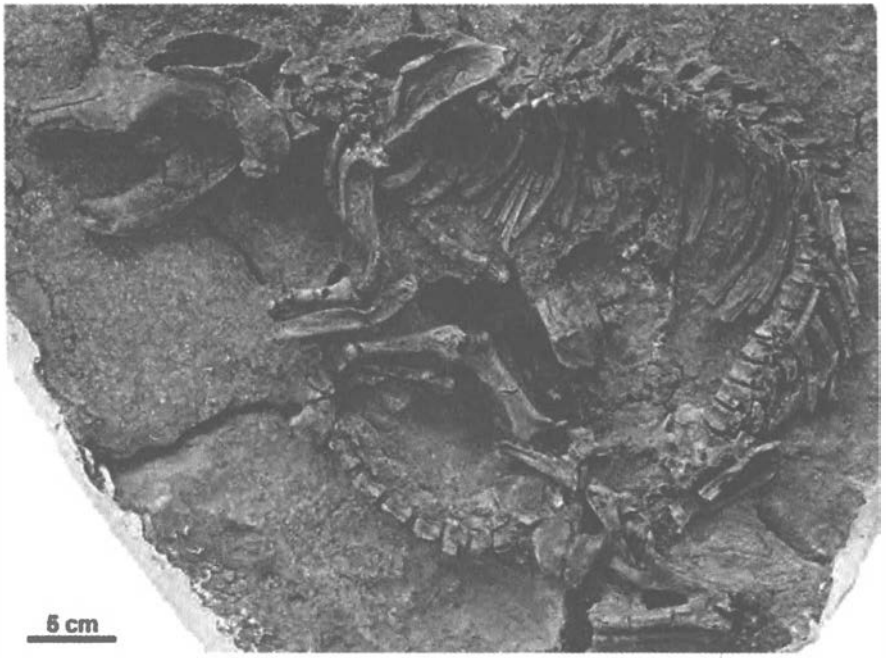
Haramiyidanlar farklı açılardan kayda değerlerdi. Azıdişlerinde birden fazla, paralel küspis bulunuyordu. Bunlar alçak şeritler meydana getiriyordu. Çenesi geriye doğru güçlü bir darbeyle hareket ediyordu (geri yönlü hareket denir), böylece üst azıdişlerinin küspis sırası, alt sıranın aksi yönünde hareket edip öğütücü bir yüzey meydana getiriyor, bu sayede tohumlar, yapraklar, kökler ve başka bitkisel maddeler toz haline geliyordu. Peki, hangi bitkileri yiyorlardı? Ağaç dallarındaki bitkilerin yüksek kesimindekileri. Haramiyidanların (Beipiao'daki atölyeye dönüştürülmüş apartman dairesinde gördüğüm gizli haramiyidan gibi), havada süzülen canlılar olmasının sebebi budur. İlk memeli havacılardı. Havada süzülerek daldan dala, ağaçtan ağaca sıçrayabilirlerdi.

Bazı canlı türlerinin (bunlara *Vilevolodon*, *Maiopatagium* ve *Arboroharamiya* dahildir) deri zarlarında üç büyük kabartı bulundu. En büyüğü belkemiğinden dışarı doğru çıkıntı yapar, ön uzuv ile arka uzuv arasında uzanır. Ötekiler sırasıyla boyun ile ön uzuvları, arka uzuv ile kuyruğu birleştirir. Hep birlikte bu özellikler, günümüzün "uçan lemurları" dermopteralarınkine benzer bir dizi uçuş yüzeyi oluşturur (dermopteralar sahici lemur değildir, ama memelilerin primat harici bir grubudur). Fakat, dahası da var: Haramiyidanların uzunluk-



Çin'in Liaoning vilayetinde bulunmuş Jura kalıntıları arasındaki haramiyidan türü; havada süzülebilen ***Maiopatagium***. (fotoğrafı çeken Zhe-Xi Luo)

ları neredeyse eşit olan uzun el ve ayak parmakları ile ayak parmaklarının alt yüzündeki derin bağdoku olukları, sırtüstü asılı kalabildiklerini düşündürüyor. Başka bir deyişle, tüneyen yarasalar gibi ağaç dalına ya da mağara tavanına baş aşağı asılabiliyorlardı. Günümüz yarasaları gibi geniş, ürkünç ve kokulu koloniler kurmuş olabilirler.



Dinozor yiyen memeli ***Repenomamus***; Liaoning'de bulunmuş Kretase canlısı. (fotoğrafı çeken Meng Jin)

Zemini mesken tutmuş hızlı koşucular. Tırmanıcılar. Kazıcılar. Yüzücüler. Havada süzülenler. Balık yakalayanlar, bitki çiğneyenler, tohum öğütenler. Jura döneminde dokodonlar ve haramiyidanlar, modern memelilere özgü pek çok yaşam tarzıyla denemeler yapıyor, yaşadıkları arazi boyunca, ormanlardan tutun göl kıyılarına, yeraltına varana kadar nice nişi dolduruyorlardı. Yavan genelciler değillerdi. Hiç şüphesiz dinozorlar kadar ekolojik çeşitlilik sergiliyorlardı. Belki daha da fazla! Ancak, yalnızca daha küçük ebatlarda.

Bunun fark edilmesi sayesinde, Jura ve Kretase dünyaları çok farklı bir şekilde yeniden yorumlandı. Memeliler, ufak tefek olma konusunda dinozorlardan *becerikliydi*. Zamanın en minik dinozorları, aşağı yukarı güvercin boyutunda ilkel kuşlardı. Hiçbir stegozor, tiranozor, boynuzlu dinozor ya da ördek gagalı dinozor, ortalama dokodona ya da haramiyidana yakın bir ebata inmemiştir. Dinozorların, memeli irileşmesini engellediği doğru olsa da, memeliler de bunun tersini yaptı, ki bu da kezа etkileyiciydi: Dinozorların ufalmasının önüne geçtiler.

***

Jura döneminde olan bitenler, sırf Çin'e özgü değil, dünya çapında bir hikâyedir. Kıtalar ayrışırken, dokodonlar, haramiyidanlar ve erken dönemde ıraksayan pek

çok memeli grubu bütün dünyaya yayıldı. Aslında, bunların çeşitlenmesinin itici gücü, Pangea'nın parçalanması olabilir, çünkü yeni yeni ayrışan kara kütleleri, kendi eşsiz memeli topluluklarına yuva oldu. Bu memelilerin fosilleri dünyada pek çok yerde bulundu, fosil avcılığı için en gözde mevkilerimden biri olan İskoçya'nın Skye Adası dahil.

Sarp zirvelerin, sisli kırların, dalgaların vurduğu yarların adası Skye'ı ilk kez Edinburgh'da öğretim görevlisi olarak işe girdikten birkaç ay sonra ziyaret ettim. Beni oraya çeken, bir kez daha dinozorlardı. 1980'lerde yarlardan birinden düşen bir dinozor ayak izi, 1990'larda ise kıyıdaki bir kumtaşı kayasından ucu dışarı çıkmış, uzun boyunlu bir sauropoda ait dev uzuv kemiği bulundu. Bu büyülü arazide saklanan dinozor fosillerine ilişkin ilk kıt ipuçları bunlardı. Son birkaç yılda çok daha fazlasını tespit ettik: yüzlerce sauropoda ait el ve ayak izinin olduğu bir dans pisti, stegozorların ve etçil teropodların bıraktığı izler, erken dönem ördek gagalı dinozorların olası ayak izleri, Buckland'ın *Megalosaurus*'una benzeyen bıçak keskinliğinde yırtıcı dişleri, şimdi benim laboratuvarımda duran ve henüz teşhis edilmemiş bol bol kemik. Ben bu satırları kaleme alırken, öğrencilerim havalı matkap ve dişçi alet edevatı kullanarak, kemikleri, beton sertliğindeki mezarlardan çıkarıyor.

Ekibim ve ben Skye'da yeniyiz. Bizden önce gelen başka paleontologlar olmuş. Fakat, bunların çoğunluğu (çok şaşırtıcı ama) dinozorlarla ilgilenmemiş. Hebridler'de (İskoçya'nın batı kıyısına paralel adalar zincirinde) bulunmuş Jura fosilleri, 1850'lerde Hugh Miller'ın bildirdiği ilk fosillerdi. Miller'ın pek çok özelliği vardı. Muhasebeciydi, taş ustasıydı, yazardı, kayaç uzmanıydı, Evanjelik rahibiydi. Bir yaz mevsiminde *Betsey* adlı bir tekne kiraladı. Hebrid takımadaları arasında gezinip jeoloji çalışmaları yaptı, vaazlar verdi. Skye'ın güneyinde minik bir toprak parçası olan Eigg Adası'nda, pas kırmızısı rengi taşlarla kaplı bir sahile rastladı. Her taraftan siyah parçalar çıkıntı yapıyordu. 1856'daki zamansız ölümünden sonra, Edinburgh'da yayımlanıp büyük takdir gören *The Cruise of the Betsey* [Betsey'nin Gezileri] adlı seyahatnamesine sevinçle şu notu düşmüş: "Bunlar kemikti, gerçek kemikler." Kemiklerin çoğunluğu plesiyozor denen erişte boyunlu, okyanus canlısı sürüngenlere aitti, kimi kemikler ise timsah ve balıklardan, dinozorlar karada borusunu öttürürken kıyı açıklarında yaşayan hayvanlardan geliyordu.

Yüzyılı aşkın süre sonra, 1970'lerin ilk yarısında, Miller'ın metinleri başka bir fosil avcısına, Michael Waldman adlı sınıf öğretmenine, öğrencilerini Skye Adası'na götürme konusunda ilham verdi. Eigg'den daha büyük olan, kıyılarında çok daha fazla Jura dönemi kayacının açığa çıktığı Skye Adası, fosil bulma konusunda çok daha fazla umut vadediyordu. Waldman taş çatlasa bir santim uzunluğunda olan, küspisli dişlerle bezeli bir çene bularak sezgisinin doğru ol-



Ekibimizin üyelerinden Moji Ogunkanmi, İskoçya'da Skye'ın Jura kayaçlarını inceliyor, minik fosiller arıyor. (fotoğrafı çeken Steve Brusatte)

duğunu hemen kanıtladı. Bu bir memeli çenesiydi. Bunu, yeni bir dokodon türü olarak isimlendirdi: *Borealestes*, "kuzeyli eşkıya." Müteakip on yılda Waldman ve Bristol Üniversitesi'nden memeli uzmanı danışmanı Robert Savage, Skye'a döndüler. Birlikte çok daha fazla memeli fosili topladılar; özellikle daha sıradan görünen dişler ve çeneler. Fakat, ne hikmetse bunları hiç betimlemediler! Hatta 1980'lerde bir ara fosiller hepten sırra kadem bastı.

Skye'a ilk ziyaretimi planladığım dönemdi. İskoçya Ulusal Müzesi'nin uzaktaki ambarlarına bir keşif ziyareti yapmıştım. Müzenin fosil koleksiyonlarının çoğunluğu bu ambarlarda tutuluyordu. Skye'da bulabileceğimiz fosil tiplerine (şekillerine, renklerine, dokularına) göz aşinalığı kazanmak istiyordum, dolayısıyla bu durumda çoğu paleontoloğun yapacağını yaptım: Aklımda ciddi bir plan olmaksızın çekmecelere hızla göz gezdirdim, ilk bakışta ilginç görünen her fosili gözlemleyip fotoğrafını çektim. Fosillerin çoğu beklediğim gibiydi: kemik parçaları, dişlerle dolu şişeler, tanımlanmamış moloz çuvalları. Derken başka bir çekmeceyi açtım ve kalakaldım.

Futbol topu boyutunda bir kireçtaşı kalıbıydı. Tebeşir renkliydi. Yüzeyi, bulunduğu zemine vuran bitmek bilmez dalgaların marifetiyle delik deşik-

ti. Ortasında karmakarışık duran siyah renkli, parlak kemikler vardı. Elma boyutunda bir yığındı. Bel kemiğindeki omurları, kaburgaları ve uzuvları seçebiliyordum.

İskeletti; bir memeli iskeleti!

İlk Liaoning iskeletleri bildirilmeden en az on beş yıl önce, Jura memelilerinin dişlerden ve çenelerden ibaret olduğu sanılan dönemde Waldman ile Savage'ın topladığı, kayboldu diye endişe edilen numunelerden biriydi. Ellerinde iskelet varmış. Ancak, hiçbir şey yapmamışlar. En azından Ulusal Müze'ye girip gelecekteki araştırmacıların eline güvenle ulaşabilmiş.

Fosili incelemek üzere neredeyse anında ödenek başvurusu yaptım. Coşkulu bir metinde, bu fosilin, İskoç paleontolojisi için "baş tacı" olduğunu, memelilerin erken dönem evrimine dair önemli ipuçları kazandırabileceğini ifade ettim. Başvuruyu gözden geçirenler benim heyecanımdan yoksundu. Genç bir öğretim görevlisi olarak kaleme aldığım ilk bir düzine civarı ödenek gibi bu da reddedildi. Başka bir kulvardan ilerlemem gerekiyordu. Böylece İskoçya Ulusal Müzesi'nden paleontolog arkadaşlarım Nick Fraser ve Stig Walsh'la ekip kurduk. İskelete odaklanan bir doktora öğrencisi projesi teklif ettik. Hiçbirimiz Jura memelileri üzerine uzman olmadığımız için, bu hayvanları herkesten çok daha iyi tanıyan başka bir meslektaşımızı aramıza kattık: Zhe-Xi Luo. Gençken beni fosil memelilerle tanıştırmış insanla ilk kez yan yana çalışacaktım. Projeye birlikte nezaret edecektik.

Şimdi de öğrenci bulmamız gerekiyordu. İyi bir öğrenci bulduk: İskoçya'nın Highlands bölgesinden Elsa Panciroli adlı genç kadın. Denizleri korumayı hedefleyen bir hayır kurumunda çalıştıktan sonra paleontoloji okumak için üniversiteye dönmüştü. Başvurusunda memleketine yakın böylesine önemli bir fosili araştırmanın yarattığı şevki, "İskoçya topraklarına ait bir örneği alıp daha geniş bir bağlama oturtacak olmak beni gerçekten heyecanlandırıyor," diyerek ifade etmişti. Müteakip birkaç senede binbir zahmetle fosili inceledi, tek tek her kemiği ayırt etmek için BT taramalarını kullandı. Ardından bunları dijital yolla bir araya getirip tam montajlı bir iskelet oluşturdu. Bu numuneyi *Borealestes* olarak tanımladı; Waldman'ın bulduğu çeneye uyan bir bedeni vardı. Elsa 2018 Paleontoloji Birliği Konferansı'nda (Britanya'daki fosil araştırmacılarının en büyük toplantısı) araştırmasını takdim ettiğinde, seyirciyi etkileyip en iyi öğrenci konuşmacı alanında Başkanlık Ödülü'nü kazandı.

Skye ve Eigg fosilleri (memeliler, dinozorlar, deniz mahlukları ve çok daha fazlası), o dönemin yaşamına dair canlı bir tablo resmediyor. Eski İskoçya bir adanın parçasıydı. Henüz dar yapısını koruyan Atlas Okyanusu'nun ortasına tünemişti. Atlas Okyanusu bilfiil genişlerken, Avrupa da Kuzey Amerika'dan

uzaklaşıyordu. Gürleyen ırmaklar, göğe yükselen dağ zirvelerinden su boşaltıyor, genişleyen deltalar aracılığıyla berrak mavi denizlere dökülmeden önce karada kıvrıla kıvrıla ilerliyorlardı. Kıyı şeridi sahillerle, lagünlerle bezeliydi. Memeliler ve dinozorlar işte burada timsahlarla, semenderlerle yan yana gelirken, Hugh Miller'ın plesiyozoru kıyı açıklarında yüzüyordu. *Borealestes*'in yaşam tarzı Çinli kuzeni *Castorocauda*'nınkine benziyor olabilir: tropikal altı lagün sularında bacak çırpmak, balıkları şişlemek, besin kaynaklarını böceklerle takviye etmek ya da plesiyozorlardan kaçınmak istediğinde karaya çıkmak.

En azından iş cüsseye gelince, bu dünyanın hakimi dinozorlardı. Ekibimin birkaç yıl önce keşfetmiş olduğu sauropod izleri, araba tekeri boyutundaydı. Bu izleri bırakan hayvanların boynu gökyüzünde birkaç kat yükseğe ulaşabiliyordu. Sanırım tek sauropod ayak izine birkaç düzine *Borealestes* sığabilirdi. Tek ayak basışıyla bu dinozorlardan biri, koca bir dokodon kolonisini yeryüzünden silebilirdi. Fakat, *Borealestes* bu eski adada yaşamış, hayatta kalmakla yetinmeyip çoğalmış nice memeli türünden biriydi. Dinozorlar Çağı'ndaydılar, ama, küçük ve saklı nişlerde Memeliler Çağı şimdiden cereyan ediyordu.

***

Dokodonların ve haramiyidanların sayısız türleri, Çin ormanlarından tutun İskoç lagünlerine kadar bütün dünyaya yayılmaları, beslenme tarzları, yaşam alanları ve hayat tarzları bakımından segiledikleri büyük çeşitlilik düşünüldüğünde, bunları memeli evriminin çıkmaz sokağı sayıp küçümsemek aptalcadır. Maalesef kimi yazılarımda ve seminerlerimde aynı hataya ben de düştüm.

Fakat, bu ifadenin sorunlu olmasının başka bir sebebi daha var. Hiçbir dokodonun ya da haramiyidanın günümüze ulaşmadığı doğru olsa da, bu gruplar neticede memeli aile ağacından dal verip ayrıldı; günümüz memelilerine ulaşan yol da işte bu daldır. Gövde boyunca, Jura ve Kretase türleri, bizler dahil günümüz memelilerini tanımlayan yapı planının bileşenleri haline gelmiş pek çok özellik edindi (pelikozorların, therapsitlerin, kinodonların, *Morganucodon* tipi memelilerin daha önce geliştirmiş olduğu özelliklerin üstüne eklendiler). Dokodon ve haramiyidan fosillerinde bu yeni özelliklerin pek çoğunu görebiliyoruz.

Kıllarla başlayalım. Daha önce gördüğümüz üzere, kılların ilk kez Permiyen therapsitlerinde (dikinodonlar ve kinodonlarda), kalın bir beden örtüsü olarak değil, duyu bıyıkları, gösteriş yapıları ya da su geçirmez deri sisteminin parçası olarak boy göstermiş olması muhtemeldir. Fakat, kanıtlar dolaylıdır: Kılları bazen therapsitlerin katılaşmış dışkılarında, bazen de ağız kısmının çukur ve oluklarında yer alan bıyık konumunda, kıl benzeri lifler olarak görüyoruz. Fakat, Liaoning'de bulunmuş birçok Jura ve Kretase memeli iskeletinin (hem dokodonlar hem haramiyidanlar dahil), bütün bedeni kaplayan kürk postları

olduğu yadsınamaz. Bu noktada tahmin yapmıyoruz: Kürk tam olarak orada, kemikleri sarmaktadır; dinozor tüylerinde olduğu gibi yanardağların bozulmayı engelleyici etkisiyle yerinde donup kalmıştır.

Dolayısıyla, bu memeliler tartışmasız bütünüyle sıcakkanlıydı. Kendi beden ısılarını üreten yegâne endotermik hayvanlardı. Sıcaklığı sabit tutmak için, kendilerini tamamen kılla kaplamaları şarttı. Aslına bakarsanız, bu kadar vücut kılı, soğukkanlı hayvanları mahveder, çünkü güneşli günlerde haddinden fazla ısınmalarına neden olur. Tam sıcakkanlılığın, therapsit-kinodon-memeli hattının hangi noktasında evrimleştiği üzerine tartışmalar sürüyor. Son bölümde bahsettiğim senaryo, Triyas kinodonlarını, endoterminin elebaşı olarak tanımlıyordu. Gelecekteki araştırmalar bu fikri yanlış çıkarabilir. Her halükârda, dokodonlar ile haramiyidanların Jura'da muhtelif tipte yaşam tarzları sürmeye başlamak üzere olduğu dönemde, memeliler, günümüzde sahip olduğumuz yüksek enerjili, sofistike metabolizma tipini geliştirmiş olsa gerek.

Aile ağacının bu kısmında gelişmekte olan, bundan bile sofistike başka bir memeli özelliği vardı. Aslında memelilere ismini kazandıran, öbür hayvanlardan ayrılmalarını sağlayan bir özellik: meme bezleri. Bu bezler (etli derimizdeki en büyük, en karmaşık bezlerdir), süt üreten yapılardır. Emzirme denen süreçte memeli anneleri, yavrularını bu sütle besler.

Yavrularımızı sütle beslemenin pek çok faydası var. Fevkalade besleyici bir gıda kaynağıdır. Üstelik anne ve yavrunun dışarı çıkıp sütü aramasına, toplamasına ya da avlamasına gerek yoktur. Bizzat anne süt arzını oluşturup yavrusunu besleme vaktini kontrol altında tutabilir. Böylece, gıdayı kıtlaştıran hava ya da mevsim değişikliklerine karşı bir tampon yaratır. Örneğin, yavrularını beslemek için solucan toplayan kuş anne babaların böyle bir şansı yoktur. Kuraklık yüzünden solucanların kökü kurusa, yavruların başı derde girer. Hazır gıda kaynağı, yenidoğan memelilerin hızla büyümesini sağlar, anne ile yavru arasında bir bağ kurar. Bu bağ, bilişsel ve toplumsal gelişim için önemlidir. Bu bağa ilk elden şahit oldum. Bu satırları kaleme alırken, beş aylık oğlum, eşime kumru ötüşü gibi sesler çıkarıyor, ama beni görmezden geliyor.

Emzirmenin nasıl evrimleştiğine dair pek çok kuram mevcut. Bu gizem, bizzat Darwin'i de uzun süre uğraştırdı. Günümüzde önde gelen iki yaklaşım bulunuyor. İlkine göre söz konusu deri bezleri önceleri, yenidoğanların bakteri iltihaplarına karşı korunması amacıyla mikropsavar sıvılar salgılamaya başladı. Daha sonra bu sıvılar tam teşekküllü gıda kaynağına dönüştü. İkinci yaklaşıma göre süt en başta memelilerin minik yumurtalarını nemli tutmaya yarıyordu, böylece yumurtalar kuruyup telef olmayacaktı, ancak, yumurtadan

yeni çıkmış yavrular bu yumurtaları yemeye başladı, doğal seçilim de bunu gıdaya dönüştürdü.

Evet, doğru okudunuz: yumurtalar ve yumurtadan yeni çıkmış yavrular.

Memelileri, yavrularını doğuran hayvanlar olarak kabul etmeye alışkın olsak da, bu özellik, theriaların, yani keselilerin ve biz memelilerin dahil olduğu belli bir türev grubun ileri bir yeteneğiydi. Oysa günümüzde yaşayan en ilkel memeliler (ornitorenk ve ekidne gibi tekdelikliler) yumurtlar. Dolayısıyla şimdiye dek bahsettiğimiz Triyas, Jura ve Kretase memelilerinin de yumurtlamış olması muhtemeldir.

Erken dönem memelilerin yumurtalarına ait fosilleri (henüz!) bulamamış olsak da, memelilerin en yakın akrabalarının (Walter Kühne'nin son bölümde tanıştığımız *Oligokyphus*'unu da içeren tritylodon familyasından kinodon grubu), yumurtlamış olması gerektiğini biliyoruz. 2018'de Eva Hoffman (yine harika bir doktora öğrencisi; onun araştırması sayesinde memeli evrimine dair fikirlerimiz değişiyor), fosilleşmiş tritylodon *Kayentatherium* ailesini betimlemek üzere danışmanı Tim Rowe'la ekip kurdu. En az otuz sekiz minik yavruyla, belki daha fazlasıyla birlikte bir anne, olağan dışı bir su taşkınının altına gömülmüştü. Neredeyse kedi boyutlu bu memelinin düzinelerce yavru doğurması mümkün değil, dolayısıyla yumurtadan çıkmış olsalar gerek. Üstelik, hepsini sütle beslemiş olamaz, en azından tek tek her birini. Belki ölüme yakalandıklarında, yiyecek bulmak için ailece dışarı çıkmışlardı.

Peki, emzirme ne zaman evrimleşti? Şimdiye kadar en iyi korunmuş Liaoning memelilerinde bile fosilleşmiş meme bezlerine rastlanmış değil. Neyse ki başka kanıtlar bize, belli bir memelinin yavruyken süt içmiş olması gerektiğini anlatıyor.

İlk kanıt difiyodonti özelliğidir: Yalnızca iki diş takımına sahip olma anlamına gelir (biri bebeklikte diğeri yetişkinlikte). Geçen bölümde gördüğümüz üzere bu özellik ilk önce Triyas döneminde, *Morganucodon* benzeri memelilerde kendini gösterdi. Bebeklik çağı dişlerine "süt dişi" de denmesinin bir sebebi var: Bebek henüz annesinden süt içerken gelişirler. Bu dişler çoğunlukla doğru düzgün oluşmaz. Çene kapandığında dişlerin küspisleri birbirine tam oturmaz. Üstelik tam bir diş sırası meydana getirmezler: Azıdişlerinin (zaman zaman başka dişlerin de), süt dişi öncülü yoktur, bu yüzden bebeğin sütten kesilmesinin sonrasına kadar bu dişler çıkmaz. Dolayısıyla süt dişlerinin çiğneme, ezme, öğütme özellikleri standardın altındadır, ama, çocuk tamamen sıvıyla besleniyorsa, bu hiç sorun değil.

Daha ciddi bir sorun daha var. Yenidoğanların dişsiz gülümsemelerinden (ya da çocukların diş çıkarma ağrılarından) bildiğimiz üzere, pek çok memeli dişsiz doğar, çünkü ilk bebek dişleri çıkmadan önce çenenin büyüyüp güçlen-

mesi gerekir. Zaten kırılgan olan bu yavruların, çıkmış olsa bebek dişleriyle sergileyecekleri vasat altı çiğneme becerileri bile olmaksızın, en az birkaç hafta ya da birkaç ay boyunca hayatta kalmaları gerekir. Bir kez daha çare süttür. Bebeğin tek yapması gereken, memeden lıkır lıkır süt emmektir.

Bu durum, emzirmeyle ilişkili ikinci kanıt yolağını oluşturuyor: süt emmek için gerekli iskelet yapıları. Bu yapılardan biri, ikincil damaktır. Ağızın sert çatısı. Triyas kinodonlarında evrimleşmiştir. Damak, ağızı soluk borusundan ayırır, en zayıf bebeklerin bile doya doya süt içerken nefessiz kalıp boğulmamasını sağlar. Bununla da kalmıyor. Bebekler beslenirken, annelerinin meme ucunu ağızlarının içine iyice çeker, damağa bastırırlar, böylece meme ucu süt salar. Fakat, damak kendi başına yeterli değildir. Bebeğin, süt sağmak için yeterli kuvveti uygulaması kaslı boğazı sayesinde mümkün olur. Karmaşık ve hayli hareketli dil kemikleri, boğaz kıkırdağını beşik gibi sarıp kaslara çıpa gibi tutunurlar. Bu özgün dil kemiği sistemi hiç şüphesiz Liaoning'de bulunmuş minik *Microdocodon* gibi önce dokodonlarda boy gösterdi.

Bu kanıtlar bir araya toplanınca, anneler, memeli tarihinin erken bir safhasında yavrularını emzirmeye başlamış olmalı. *Morganucodon* gibi ilk memelilerin Triyas'ta etrafta gezindiği dönemde muhtemelen, dokodonların Jura'da çoğaldığı dönemde ise kesinlikle başlamışlardı. İrileşmiş beyinlerin tam o dönemde ortaya çıkması tesadüf olmasa gerek. Büyük beynin, metabolizmaya maliyeti yüksektir. Süt gibi besleyici, sürdürülebilir ve her an ulaşılabilir bir gıda kaynağı, daha fazla sinir dokusu için, özellikle de altı katmanlı yeni neokorteks dokusu için gerekli enerjiyi sağlar. Bu süperişlemci merkezi, memeli zekâsının ve duyu bütünleştirmesinin yuvasıdır.

Memelilere en özgü madde olan süt, bizi küçükken beslemekle kalmamış, daha zeki de kılmıştır. Fakat, zekâ, memelilerin sinir-duyu cephaneliğinin bileşenlerinden yalnızca biridir.

***

Henüz on altıncı yüzyılda anatomiciler, insan kadavralarının ortakulak boşluğunda, kulak zarının hemen içerisinde sıradışı bir şey fak etti. Burada üç kemiğe rastladılar. Her biri pirinç tanesi boyutundaydı. Bu da onları şüphesiz vücuttaki en küçük kemikler yapıyordu.

Çok tuhaf bir durumdu. Kemiklerin güçlü, sağlam olması beklenir. Vücudu destekler, hayati organları korur, kaslar için yapı iskelesi görevi görürler. Kendi kemiklerinizi göremeseniz bile onları duyumsayabilirsiniz. Yüz profilinizi onlar yontmuştur, belinizin ana hatlarını onlar şekillendirmiştir, kollarınızdaki iri kasların yükünü onlar çeker, belki yumruk attığınızda çatlamış ya da yaşlılıkta gıcırdamışlardır. Üstelik kemikler ürkütücüdür, gizemlidir; mezar üzerine süsleme diye işlenirler, ölümün amblemidirler.

Kulak kemikleri bunlara hiç benzemiyordu. Bu kemikler de neydi böyle ve neden oradalardı?

Ne olursa olsunlar, sırf bize özgü değillerdi. Daha sonraki anatomi uzmanları, üç kemikli bu takımı başka memelilerde de tespit etti; ama sadece memelilerde. Her zaman miniklerdi. "Kemikçik" olarak tanındılar. Sanki gerçek kemik olmayı hak etmiyorlardı. Latinceleştirilmiş isimler verildi: malleus, incus, stapes. Fakat, çoğumuz okulda bu kemikleri gündelik isimleriyle öğrenir: çekiç, örs, üzengi. Şekilleri o nesnelere bir nevi benzediği için bu isimler konmuştur, tıpkı takımyıldızların yengece ya da ayıya benzetilmesi gibi. Anatomi uzmanları, memeli kulaklarını teşrih etmeye devam ettikçe, bu üç kemikçiğin başka bir minik kemikle ilişkili olduğunu fark ettiler: ektotimpanik kemik. Çember benzeri şeklinden ötürü anlaması çok daha kolay olan "halka" lakabı takılmıştır.

Vücut kemikleri sayılırken, çekici, örsü, üzengiyi gözden kaçırmak kolaydır. Üstelik kimse halkadan bahsetmez, çünkü insanlarda geniş şakak kemiğiyle kaynaşmıştır. Şakak kemiği, gözlerimizin ve yanaklarımızın arkasında kafamızın yan yüzünün büyük kısmını meydana getirir. Fakat, minik boyutlarına kıyasla bu kemiklerin önemi çok büyüktür. Bilim insanları ve tıp doktorları bu önemi daha sonra anlayacaktı.

Ektotimpanik halka, kulak zarını (havadan ses dalgalarını alan gergin zarı) destekler, tıpkı tefi destekleyen ahşap çerçeve gibi. Çekiç, örs ve üzengi, kulak zarı ile iç kulak arasında zincir oluşturur: Kulak zarı çekice temas eder, çekiç ile örs arasında hareketli bir eklem bulunur, örs de üzengiye temas eder, üzengi ise kulak salyangozuna tık tık vurur. Kulak salyangozu, içkulağın yumuşak parçasıdır. Fiiliyatta sesi işleyip beyne işitsel sinyaller gönderir. Kemikçik zinciri üç temel işleve hizmet eder. Telefon hattı gibi, kulak zarından (alıcı) gelen sesi, kulak salyangozuna (işlemci) iletir. Yan yana dizili bir dolu hoparlör misali, bu sesin şiddetini yükseltir. Başka ülkeye tatile giderken yanınızda götürdüğünüz priz adaptörü gibi, havadaki ses dalgalarını, kulak salyangozu içindeki sıvıda ilerleyen dalgalara dönüştürür. Bu mikroskobik dalgaların hareketi, kulak salyangozundaki minik tüyleri tetikler. Bu tüylerin hareketi ise elektrik sinyaline dönüştürülür. Sinyal, sinirler aracılığıyla beyne aktarılır, "ses" olarak duyumsadığımız şeyi üretir.

Halka, çekiç, örs, üzengi, memelilerin en ileri sinir-duyu vasıflarından birini mümkün kılar: geniş bir ses yelpazesini duyabilme becerimizi, özellikle de yüksek frekanslı sesleri. Kuşlar, sürüngenler, amfibiler, hepsi işitebilir. Hepsi ses dalgalarını alıp kulak salyangozlarında sıvı dalgalarına dönüştürebilir. Fakat, memeliler kadar iyi işitemezler, böyle geniş bir frekans yelpazesini duyumsayamazlar, çünkü tüm bu işleri tek bir kulak kemiğiyle, stapesle hallederler, yani üzenginin eşdeğeriyle.

Peki, o halde diğer üç kemik (çekiç, örs ve halka) nereden geldi? Evrim, memelilerin daha iyi işitmesine yardımcı olmak için büsbütün yeni üç kemik mi yonttu? Akla gelen ilk makul tahmin budur, çünkü doğal seçilim, belirli işlevlere hizmet eden yeni yapıları sık sık yaratır; mesela boynuzlar, bıyıklar.

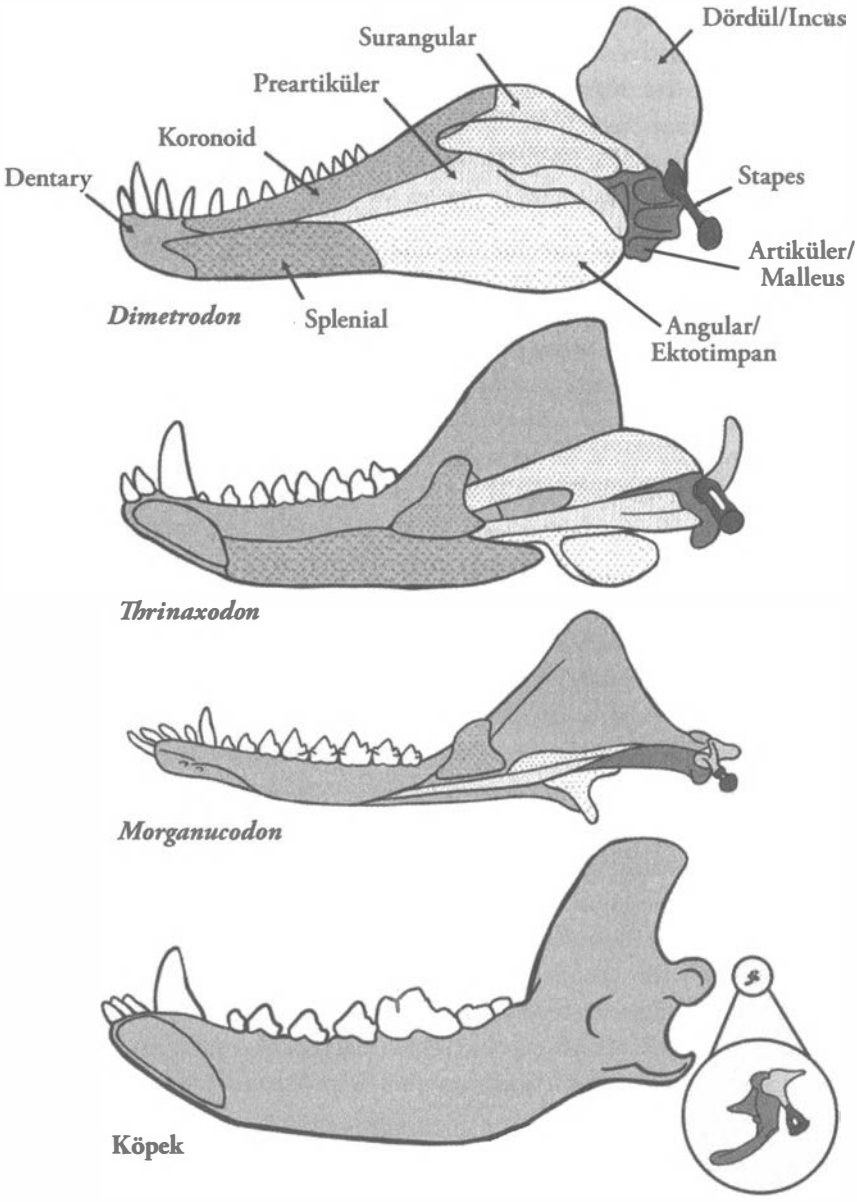
Fakat, anatomi uzmanları on dokuzuncu yüzyılın ilk yarısında memeli embriyolarının gelişim halindeki kulaklarına bakmaya başladığında, şaşırtıcı bir şey fark ettiler. Elinde pek pek büyüteci andıran bir aletten fazlası olmasa da Alman embriyolog Karl Reichert, çekiç ile örs oluşumunun ortakulak içinde başlamadığını saptayabildi. Aslında, kulağa hiç de yakın değillerdi. Bunun yerine, çenenin arka ucunda konumlanmışlardı. Erken safhadaki embriyoda bu iki kemik, üst çene ile alt çene arasındaki *eklemi* meydana getiriyordu.

Memeli hariç omurgalılarda çene eklemini oluşturan kemiklerin bir adı var: artiküler ve dördül kemik. Reichert, basit ama muazzam bir şey fark etmişti. Memeli gelişiminin erken safhasında, çekiç ile örsün boyutu ve şekli esasen sürüngenlerdeki artiküler ve dördül kemiklerinkine özdeşti. Bunun yalnızca tek anlamı olabilirdi. Çekiç ve örs, *aslında* artiküler ve dördül kemikleriydi. Dolayısıyla bunlar çene kemiğiydi.

Anatomi uzmanı Ernst Gaupp (dönemin önemli pek çok kemik uzmanı gibi bir Alman'dı), Reichert'ın çalışmasını ilerletti, memeli kulak gelişimi için birleşik bir kuram oluşturdu. Günümüzde tıp derslerinde öğretilen bu kuram, iki kurucusunun da ismini taşıyor: "Reichert-Gaupp kuramı." Embriyo araştırma teknikleri geliştikçe, Gaupp, gelişim aşamasındaki kulak kemiklerinin ayrıntılarını daha iyi izlemek için mikroskoplardan yararlandı. Çekici artiküler kemik, üzengiyi ise dördül kemik olarak tespit eden Reichert'ın haklı olduğunu doğruladı, ektotimpanik halkanın gizemini nihayet çözdü. Halkanın gelişimi de diğerleri gibi alt çenenin arka ucunda, sürüngenlerin angular kemiğine eşdeğer bir konumda başlar. Dolayısıyla, ektotimpan, angular kemiktir. Yani o da çene kemiğidir.

Bunun olağanüstü bir anlamı var: Memeli kulak kemiklerinin hiçbiri yeni icatlar değil. Bunlar sadece evrimin yeni bir işlev kazandırdığı çene kemikleridir. Bu işlev, işitmedir.

Günümüz biyologları, embriyo gelişimini inanılmaz ayrıntılı araştırabiliyor. Bu çalışmalarda BT taramaları ve mikroskop slaytları kullanılıyor. Böylece farklı dokuların (kemik, kıkırdak, kas vesaire) farklı renklerle boyandığı slaytlara bakılıyor. Öyle ki memeli büyürken ne olup bittiği gayet iyi anlaşılmıştır. Gelişim devam eder, erken aşama embriyo, geç evre embriyoya ve yenidoğana dönüşürken, çekiç de örs de değişir. İki kemik de büyümeyi keser, kafatasının geri kalanının büyük kısmına kıyasla daha erken bir aşamada katı kemiğe dönüşürler. Geriye



Memeli atalarının çene kemiklerinin, minik memeli kulak kemikçiklerine dönüşümü. (Sarah Shelley'nin çizimi)

ve içeri doğru hareket edip bazı cılız bağlar haricinde çeneyle bütün bağlantıyı kaybeder, timpanik bulla denen kemikli kabarcık tarafından çevrelenirler. Bu esnada halka kemik, çenenin arka ucundaki açılı kısımda şerit olarak belirir, eğrilir, çekice ve örse doğru ilerler. Örs ise üzengiye temas eder. Bu işler olup biterken, alt çenenin dentary kemiği ile üst çenenin skuamöz kemiği arasında yeni bir eklem ortaya çıkar. Bu eklem, önce süt emme, ardından çiğneme işlevi için menteşe haline gelir.

Tüm bunlar çoğunlukla rahimde cereyan eder. Örneğin insanlarda çekiç ve örs, dölyatağında sekizinci ay sırasında çeneden ayrılır; gerçi nadir klinik vakalarda dentary-skuamöz eklemi gelişmez ve insan yetişkinler, çene kapama hareketini *kulaktaki* çekiç-örs eklemi aracılığıyla icra eder. Fakat, opossum gibi keseliler, tuhaf bir şey yapar. Çelimsiz yenidoğan yavruların, dentary ve skuamöz kemikleri tamamen oluşmadan önce, kese içinde derhal meme emmeye başlaması şarttır. Dolayısıyla, doğum sonrası yaşamlarının ilk yirmi gününde başlıca çene eklemi olarak çekiç ile örs arasındaki eklemi kullanırlar. Bu süre zarfında yavruların kulakları, süt emme hareketinin motorudur. Bu iş cereyan ederken, dentary ile skuamöz arasında ikinci bir eklem gelişir. Bu iki eklem kısa süreliğine yan yana işlev gösterir, ardından çekiç ile örs arasındaki bağlantı kopar. Böylece çekiç ve örs sadece işitme duyusuna vakfedilir, dentary ile skuamöz ise yalnızca çene kapama işinde görev alır.

Çene kemikleri ufalır, arkaya doğru kayar, ağız kapama işlevlerini kaybeder; dentary ile skuamöz arasında yeni, daha güçlü bir eklem belirir. Bu olay dizisi tanıdık geliyor olabilir, çünkü geçen bölümde zaten işledik.

Kinodon evrimi sırasında dördül, artiküler kemiklerin ve çenenin arka tarafında pek çok ufak kemiğin boyutunun küçüldüğünü, bunların yerini yeni, daha güçlü dentary-skuamöz çene ekleminin (memelileri tanımlayan bir özellik) aldığını hatırlayın. Milyonlarca yıllık kinodon evrimine yayılmış bu evrim dizisini, büyüyen memeli embriyosundaki gelişim dizisi eksiksiz yansıtır. Biyologların dediği üzere, bireyoluş, soyoluşun özeti ve tekrarıdır. Başka bir deyişle, gelişmekte olan embriyo, çene kemiklerinin kulak kemiklerine dönüştüğü evrim yolculuğunu yüksek hızla oynatan bir filme benzer.

Fosiller de bu öyküyü anlatıyor. Çene kemiklerinin yeni şekil kazanıp kulak kemiklerine nasıl dönüştüğünü gösteren, bunun nedenine ışık tutan bir geçiş dizisi var (kinodonlardan *Morganucodon* tipi erken dönem memelilere, sonra da çağdaş memelilere uzanan bir dizi).

Önce kısa bir özet geçelim. Pelikozorların, therapsitlerin, ilk kinodonların normal sürüngen tarzı çeneleri vardı. Dentary dişleri tutarken, dentary harici çeşitli kemikler çenenin arka tarafını meydana getiriyordu, üst kafatasının dördül

kemiğine temas edip çene aksını oluşturan artiküler kemik dahil. Son bölümde gördüğümüz üzere, kinodon evrimi sırasında dentary gitgide irileşti, güçlendi, bu esnada dentary harici kemikler ufaldı, ardından yeni bir dentary-skuamöz çene menteşesi inşa etmek gerekli hale geldi. Bu yeni eklem önce *Morganucodon* gibi hayvanlarda ortaya çıktı. Bu özelliğe sahip hayvanlara memeli denir. Burada yaptığım tanımlama uyarınca bu, memeli olmayanlar ile memeliler arasındaki sınır çizgisidir.

Bu ilk memelilerde, iki çene eklemi vardı: yeni dentary-skuamöz eklem ve atasal dördül-artiküler eklem. Dentary-skuamöz eklem, çene kapama işinin büyük kısmını hallediyordu, bu hayvanlarda güçlü ısırıkların ve hassas çiğnemenin birincil kaynağıydı. Fakat, dördül ve artiküler kemikler arkaya doğru kaydı, sürüngenlerde, amfibilerde ve kuşlarda kulak zarından kulak salyangozuna ses aktaran atasal orta kulak kemiğine, dördül kemiğin stapes kemiğine temas ettiği noktaya geriledi. Dolayısıyla *Morganucodon* tipi memelilerde dördül-artiküler eklem, ikili işlev görüyordu: Hem kulağa ses aktarıyor, hem de çene kapama işine katılıyordu. Hassas bir dengeydi. Kalıcı olmayacaktı.

Ara koşul sergileyen fosiller de var. En çarpıcısı, *Liaoconodon* denen, ayak uzunluğunda bir mahluktu. Liaoning yanardağlarının etkisiyle bozulmadan kalabilmişti. Meng Jin ve ekibi tarafından betimlendi. Dentary ve skuamöz kemikler ancak işlevsel çene eklemini meydana getirirken, dördül, artiküler ve angular, geriye ve içeriye doğru, ortakulak boşluğuna ilerlemiş küçük kemikçiklerdir. Çene ve kulaklar ayrılmış gibi görünüyor; ama, pek öyle değiller. Artiküler ve angular, ince bir kemik şeridi aracılığıyla dentary kemiğiyle bağlantılıdır. Bu, muhtemelen hassas kemikçileri desteklemeye yardımcı oluyordu, ama, hâlâ fiziken çeneye ilişmiş oldukları için, çiğneme hareketlerinden etkilendikleri anlamına da geliyordu.

Evrimde bir sonraki aşama barizdir: Kulak ile çene arası bağlantının kopması, bunları bağlayan kemikli şeridin kesilmesi gerekiyordu. Bu özellik, Meng'in, çalışma arkadaşı Fangyuan Mao'nun ve ekibinin betimlemiş olduğu *Origolestes* adlı başka bir Liaoning memelisinde görülebilir. Bu iki eski çene kemiği şimdi çeneden tamamen koptuğu için, bunlara isimleriyle hitap edebiliriz: çekiç ve halka. Bu, ufak ama devrimci bir adımdı. Artık çene kendi yoluna gidebilir, işitme işlevini bozmaksızın daha verimli ısırabilir, çiğneyebilirdi. Aynı şekilde kulaklar da kendi yolunda ilerleyebilir, çenenin müdahalesi olmaksızın yüksek frekanslı sesleri işitme becerisi güçlenebilirdi.

Çene ile kulakların bütünüyle ayrılması, "ayrık ortakulağı" yarattı. Haramiyadanlar (daldan dala havada süzülerek atlayan, yarasa benzeri koloniler halinde yaşamış olabilecek hayli çeşitli Jura memelileri), fosilleşmiş ayrık kulak

emareleri sergileyen ilk memeliler arasındadır. Kulak kemikçikleri (artık çeneden kurtulmuşlardı), ortakulak boşluğu içinde yuvalanmışlardı ve işlevleri açısından, üst kafatasının parçası haline geldiler, çünkü etraflarını koruyucu kabarcık olan timpanik bulla sarmıştı. İçkulak salyangozu ise petrosal kemik içine alındı; bu "kayamsı" kemiğe, yüksek yoğunluğundan ötürü bu isim verilmiştir. Hem bulla hem petrosal, gürültüyü engelleyen kulaklık gibi iş görür, memelilerin, çiğnerken de fevkalade işitmelerini mümkün kılar. Bir dahaki sefere yemek yerken televizyon izlediğinizde, aklınıza gelsin.

Öykünün son bir sürpriz gelişmesi var. Çene kemiklerinden kulak kemikçiklerine geçiş, kulağa pürüzsüz ve kolay bir işmiş gibi geliyor; memeliler Triyas'ta, Jura'da, Kretase'de kendilerini geliştirirken cereyan etmiş kademeli bir dönüşüm. Fakat, tüm fosiller aile ağacına yerleştirilip bunların anatomik özellikleri haritalandığında daha karmaşık bir hikâye ortaya çıkıyor. Ayrık kulak tek sefer evrimleşmedi. Bir çok kez evrimleşti: en az üç kez, belki dört, belki beş kez ya da daha fazla. Memeli evriminde bir aşama vardı; çene kemikleri aile ağacının gövdesi civarında ufaldı, kulağın içine doğru ilerledi, ama, kemik bir iplik aracılığıyla hâlâ çeneye ilişikti. Arada kalmış bu evre, ne çiğneme için uygun bir düzenlemeydi ne de işitme için.

İlginçtir, birbirlerinden bağımsız olarak kulaklarını çeneden ayırmış farklı memeli gruplarının bazıları, çekiçle örs arasındaki eklemlere farklı farklı şekiller verdi. Bizler gibi bazıları, kenetlenen sistemde karar kıldı. Örs üzerinde yer alan bir küre, çekiç üzerindeki yuvaya oturur. Tekdelikliler gibi başka kimi gruplarda ise örtüşen yalın bir eklem vardır. Üzerinde hâlâ uzlaşma sağlanmamış bir fikre göre bu farklı kulak eklemleri, bunların evrimleştiği farklı çene eklemlerini yansıtır: farklı tarzlarla bitişen, farklı düzlemlerde hareket edebilen çene eklemleri.

Bunun ancak tek anlamı olabilir: Tüm bu memeli grupları, başlarda ayrık çiğneme usulleri geliştirdi. Çenelerini öyle inşa ettiler ki *hem* dördül-artiküler ekleminin *hem* de dentary-skuamöz ekleminin şekli, icra ettikleri çiğneme türünü mümkün kıldı: bazılarında ileri geri çene oynatma hareketi, kimilerinde ise daha serbest bir menzilde yandan yana, aşağı yukarı çene hareketi gibi. Derken, her grup bağımsız olarak kendi çenesini kulaklardan ayırdı; bu da muhtemelen hareketin daha etkili kılınmasına vasıta oldu. Eşzamanlı çalışması gereken iki çene eklemi, en iyi ihtimalle fazlalık, en kötü ihtimalle yüktü; bisiklette pedal çevirmeyi öğrenirken kullanılan destek tekerlerine benzer. Çiğneme hareketini tek, sağlam, kaslı bir çene eklemi (dentary-skuamöz eklemi) düzenliyorsa, daha etkili bir harekete dönüşür. Artiküler-dördül eklem serbest kaldı, malleus-inkus (çekiç-örs) eklemine dönüştü. Kendini tamamen, kulak zarından kulak salyangozuna ses iletmeye adadı, ama, atalarının çene hareketlerinin şekli, bu eklemi ilelebet kısıtlayacaktı.

Memeliler çeneyi kulaktan ayıran bir çiğneme tarzına geçiş için neden defalarca çaba sarf etti ki? Çünkü Jura dönemi sırasında, özellikle de Kretase'de, yiyebilecekleri bol bol yeni gıda vardı. Lezzetli yeni böcek sürüleri ortaya çıkmıştı. Bunlar, büsbütün yeni olan harika, güzel bitkilerin polenlerini taşıyordu. Bu bitkiler her türlü leziz çiçek, meyve, yaprak, kök, tohum üretiyordu.

Memelilerin üç modern grubu (plasentalılar, keseliler, tekdelikliler), atalarının izini o döneme kadar sürebilir. Evrimin ve ekolojik değişikliklerin çılgın bir dansa kalktığı bu döneme Kretase Karasal Devrimi denir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

MEMELİ DEVRİMİ



Kryptobaatar

Aracımızı Varşova çeperinde bir kulübenin yanında durdurduk. Yorgunluktan tükenmiştim. Traşsızdım, saçlarım yağlanmıştı, tırnaklarımın altı toprak yüzünden simsiyah olmuştu. Güneş yanığından ötürü alın derim sıyrılmaya başlamıştı. V-yakalı fanilamla oturuyor, kliması olmayan minibüsümüzün arka koltuğunda biraz serinlemeye uğraşıyordum.

Yıl 2010. Temmuz ortası. Doktora öğrencisiydim. Britanyalı paleontolog Richard Butler ve Polonyalı arkadaşlarımız Grzegorz Niedźwiedzki ve Tomasz Sulej'le birlikte Doğu Avrupa'da saha çalışması yapıyorduk. Polonya ve Litvanya'da Triyas çağı dinozorlarının peşinden bir buçuk hafta koştuktan sonra başkente dönmüştük.

Şansımız yaver gitmemişti. Yolculuğumuzun ilk yarısında, Polonya'da pek fazla fosil bulamadık. Böylece Litvanya'ya doğru yola koyulduk. Minibüsümüzle birkaç saat ilerlemiştik ki araç pat pat sesler çıkararak stop etti. Bozulan alternatörün hışmına uğramıştı. Kurnaz bir tamirciye denk gelmesek, çilemiz kuzeydoğu Polonya ovalarında uzun bir sürgüne dönüşebilirdi. Başka bir aracın motorundan yedek parça "bulmuştu." Neyse ki aracın sahipleri o akşam uzaktaydı. Litvanya'ya vardık, geceyi geçireceğimiz otele giriş yaptık. Acıkmış ve yorgun düşmüştük. O gün fosil toplayamadığımız için söyleniyorduk, ama yarın daha iyi olur diye kendimizi teselli ediyorduk. Ne gezer. Arama yaptığımız kil ocağına şakır şakır yağmur yağdı, böylece fosil toplamak ya da kayaçların haritasını çıkarmak neredeyse imkansız hale geldi. Grzegorz'un tek bulabildiği bir dişti; üstelik dinozor dişi bile değildi.

Kulübeye yaklaşıp zili çaldığımızda huzursuzdum. Yeterince çile çektiğimizi düşünüyordum. Meğer yeterince zorluk yaşamamışız; az sonra anlayacaktım.

Kapı gıcırdayarak açıldı. Ufak bir memeli sıçrayarak dışarı fırladı. Güzellik yarışması için tüyleri fırçalanmışa benzeyen bir Pomeranya köpeğiydi. Tiz feryatlarla ciyaklıyordu. Doğrudan ayak bileğime atıldı, bir anlığına bacağıma kenetlendi.

Yaşlı bir kadın verandaya çıktı. Aksanlı İngilizcesiyle, köpeğinin muzırlığı için özür diledi. Yüzünde cilveli bir gülümsemeyle ufak memelilerin deli dolu olabileceğini söyledi. İnce yapılı bir kadındı. Boyu bir buçuk metrenin azıcık üzerindeydi, kamburunu çıkararak yürüyordu. Saçları kırlaşmış, ellerinin derisi kırışmıştı. Bakışları nazikti. İnce bedenini saran çizgili elbisesini dar bir beyaz kemerle ve kırmızı düğmelerle tutturmuştu. Görüntüsüyle ve tarzıyla, yolculuğumuz sırasında köylerde gezinirken gördüğümüz pek çok *babula*'ya (nine) benziyordu. Kısa süre önce seksen beş yaşına girdiğini söylediler.

Bizi içeri davet etti. Pastalarla, tatlılarla, çayla bezeli bir sofra kurulmuştu. Boyu azıcık daha uzun, kır saçlarını ortadan ikiye ayırmış kocası da aramıza

katıldı. Saha çalışmasında yaşadığımız eziyetten sonra, makbule geçen bir dinlenme oldu.

Krema dolgulu pastaları ağzımıza tıkıştırırken kadına talihsiz serüvenlerimizi anlattık. Bozulan minibüs, yağmur, sıcak, kaçırdığımız akşam yemeği, kıt fosiller. Başını sallayarak dinledi. Acıklı öykümüzü bitirdiğimizde kıkır kıkır güldü.

"Gobi Çölü çok daha fenaydı," dedi.

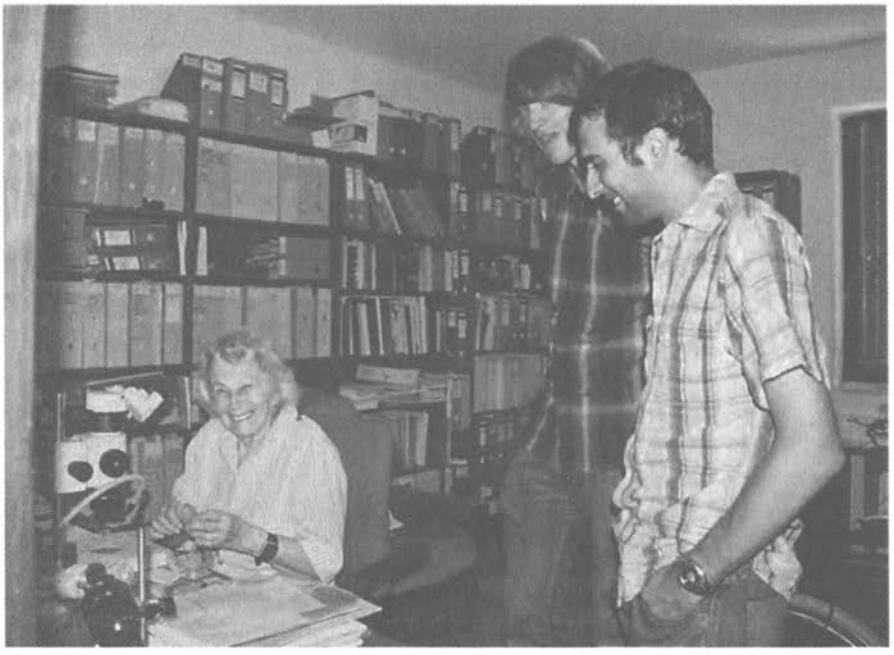
Görünüşüne bakarak ya da azıcık çene çalarak anlayamazsınız, ama, bu nazik nine, dünyanın en büyük fosil toplayıcılarından biriydi. Dinozorların ve memelilerin peşinden kum tepelerine atılmış bir öncüydü. Bir kadının önderlik ettiği ilk büyük fosil avı seferinin lideriydi.

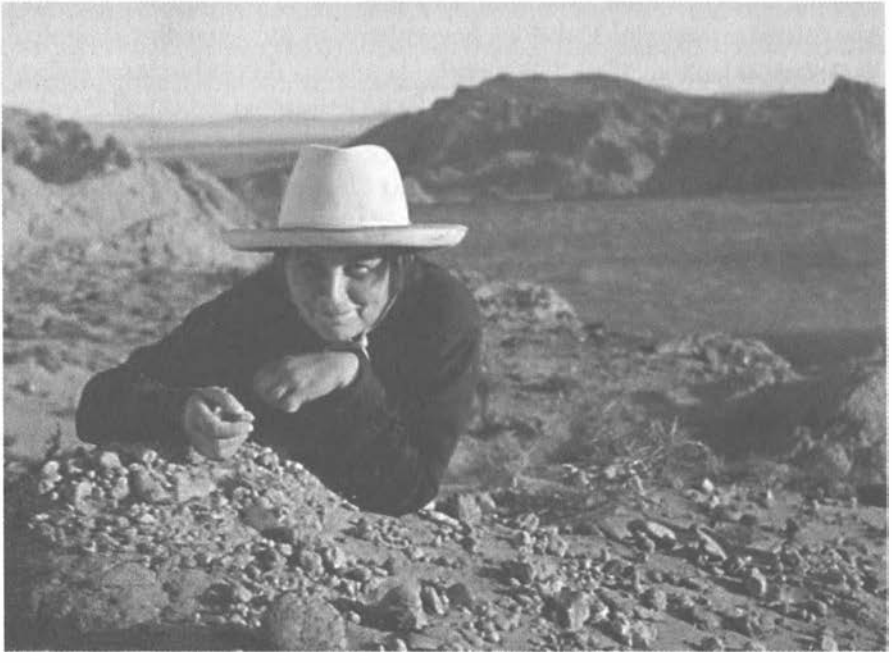
Adı Zofia Kielan-Jaworowska'ydı. Kahramanlarımdan biriydi. Gerçekte, fosil toplamaktan çok bu tanışma faslını iple çekiyordum. Zofia'nın mutfağında oturuyorduk. Yaşadığı zorlukların ve maceraların hikâyelerini anlatıyordu. Saha çalışmamızın nispeten minik sıkıntıları gözümüzde eriyip yok oldu.

Zofia 1925, Doğu Varşova doğumluydu. Naziler ülkeyi istila ettiğinde ergenlik çağındaydı. Naziler, Polonyalıların eğitim almasına sıcak bakmıyordu, dolayısıyla Zofia gizlice ders alarak liseyi bitirdi, üniversiteye başladı. 1944'te Varşova Üniversitesi'nde gizli saklı zooloji okurken, yerel direniş kuvvetleri Almanlarla çatışıyordu. Vadedilen Sovyet yardımı hiç gelmedi. Günümüzde Varşova Ayaklanması diye bildiğimiz olayda yaklaşık iki yüz bin insan öldürüldü, şehrin büyük kısmı tahrip edildi. Zofia bu kasvetli iki ayda okulunu askıya aldı, sıhhiyeci olarak çalıştı. Yaralılara baktı.

Savaş sona erince üniversite 1945'te yine açıldı. Gerçi pek bir üniversite binası kalmamıştı. Dersler şehirde rastgele yerlerde yapılıyordu, mesela Profesör Roman Kozłowski'nin, yıkımı sağ salim atlatmış apartman dairesinde. Profesörün evinde verilen derslerden birinde, 1920'lerde ve 1930'larda Orta Asya'ya düzenlenmiş keşif seferleri anlatılıyordu. Moğolistan'da gerçekleştirilen bu fosil toplama yolculuklarına rivayete göre Indiana Jones karakterine ilham vermiş olan karizmatik kâşif Roy Chapman Andrews önderlik etmişti. Bu yolculuklar efsane mertebesine ulaştı. Andrews ve Amerikalılardan oluşan ekibi haydutları atlattılar, kum fırtınalarına göğüs gerdiler, pas kırmızısı rengi kumtaşlarından fosil hazinelerini binbir zahmetle çıkarmak için yeni icat edilmiş otomobille çölün derinlerine daldılar. Keşifleri destansıydı: ilk dinozor yuvaları, zalim *Velociraptor*'un ilk iskeletleri, neredeyse bir düzine memeli kafatası. Zamanında bu kafatasları, o güne dek keşfedilmiş Kretase çağı memelilerinin en eksiksiz kayıtlarıydı.

Zofia mest olmuştu. Meslek olarak paleontolojiyi seçmeye karar verdi. Fakat, Andrews'un izinden gitmek gibi "cesur bir hayali" olsa da, Moğolistan





Richard Butler ve ben, Zofia Kielan-Jaworowska'yla 2010'da Polonya'daki evinde buluştuk (üstte). Zofia 1970'de Moğolistan'ın Gobi Çölü'nde (altta). (fotoğrafları çekenler, sırasıyla, Tomasz Sulej ve Varşova Paleobiyoloji Enstitüsü)

çok uzaktaydı. Memlekete daha yakın fosiller vardı. Kozłowski'nin önerisiyle trilobitleri araştırmaya başladı; sert bir dış-iskelete sahip, soyu tükenmiş, böcek benzeri bu eklembacaklılar, dinozorların ve memelilerin karada yaşamasından yüz milyonlarca yıl önce okyanusları doldurmuştu. Zofia neredeyse on beş yıl boyunca her yaz orta Polonya'da bu küçük fosillerden topladı. Bütün bu süre boyunca, Gobi Çölü aşkından hiç vazgeçmedi.

1960'ların ilk yarısına gelindiğinde, Zofia artık trilobitler ve diğer omurgasız canlılar konusunda dünyanın önde gelen uzmanlarından biriydi. Ayrıca idari işlere de el atmış, Kozłowski'nin emekliliğinin ardından Varşova Paleobiyoloji Enstitüsü'nün müdürü olmuştu. Böylece nüfuz kazandı, yeni araştırma fikirleri ortaya atması mümkün oldu. Soğuk Savaş'ın en şiddetli dönemiydi. Polonyalı yetkililer, kendi bilim insanlarının diğer komünist ülkelerdeki yoldaşlarıyla işbirliği yapması konusunda hevesliydi. Mesela Moğolistan'la.

Zofia bu fırsatı kaçırmadı. Gobi Çölü'nde ortak bir Leh-Moğol keşif seferi düzenlenmesi önerisinde bulundu. Düşük ihtimal gibi görünüyordu: Dinozor ya da memeli uzmanı olmadığı gibi (henüz), kadındı. Daha önce hiçbir yerde herhangi bir kadın, böyle kapsamlı bir paleontoloji seferine başkanlık etmemişti. Fakat, başvurusu onaylandı. Şimdi ekip toplaması gerekiyordu. Başka genç kadınları sefere kattı, kendileri de ileride ünlü paleontologlar olacak üç isim dahil: Halszka Osmólska, Teresa Maryańska, Magdalena Borsuk-Białynicka. Hiçbirinin Polonya'dan uzakta çalışma konusunda deneyimi yoktu, üstelik daha önce çöle giden olmamıştı. Yine de azmettiler, genç Moğol araştırmacılarla bir araya gelip müthiş bir ekip oluşturdular: Hepsi de paleontolojinin saygın isimleri arasında yer alacak Demberlin Dashzeveg, Rinchen Barsbold ve Altangerel Perle. 1963'ten 1971'e kadar sekiz sefer düzenlediler.

Bunlar zorlu yolculuklardı. Sıcaklık gölgede 40 santigrat derecenin üzerine çıkabiliyordu, ancak, geceleri donma noktasının altına düşüyordu. Bir kazı mevkisinden diğerine yolculuk genelde günlerce sürüyordu. Arabalar çoğunlukla izsiz yolsuz arazilerden geçiyordu. Zofia'nın ekibinin fosil avı noktalarına ulaşmak için yegâne kılavuzları, ellerindeki harita, pusula ve eski tekerlek izleriydi. Su kıttı. Lojistik planlamanın büyük kısmı, kamp alanına yeterince su taşımakla ilgiliydi. Kamp alanıyla en yakın su kuyusu arasında çoğunlukla onlarca kilometre uzanan amansız topraklar oluyordu. Polonya kamu teşekkülü bir araba fabrikasından ödünç almış oldukları altı tekerlekli kamyonlar sağlam ama hantaldı. Bunlarla yolculuk etmek pek rahat değildi. Bir keresinde Zofia, uzun bir yolculuk sırasında açık pencere kenarında fazlasıyla uzun oturdu. Rüzgâr, kulak zarını deldi. Tıbbi tedavi için aceleyle Polonya'ya götürüldü. Yine de keşif seferi devam etti. Ekibin başkanlığını Teresa Maryańska üstlendi... Zofia birkaç hafta sonra dönene dek.



Zofia Kielan-Jaworowska ve ekibi, 1968'de Gobi Çölü'nde minik memeli fosili arıyorlar. (fotoğraf Varşova Paleobiyoloji Enstitüsü'nün izniyle basılmıştır)

Zofia'nın ekibi, Gobi'de geçirdikleri sekiz yılda bol bol fosil buldu. Bunların birçoğu dinozordu. Onu idol haline getirmemin (ilk) sebebi buydu. Ölümcül bir çatışmada kilitlenip kalmış bir *Velociraptor* ile kurbanını, kemikleri on iki ton gelen uzun boyunlu bir sauropodu, *T. rex*'in en yakın kuzeni *Tarbosaurus*'un sayısız iskeletini buldular. Doktora tezim için Varşova'da bir hafta boyunca bu iskeletleri incelemiştim.

Dinozorlar, Zofia'ya ve seferlerine ün kazandırdı. Fakat Zofia'nın gerçekten istediği şey, memelilerdi. Andrew'un seferlerinde toplanan minik kafataslarına hayran kalmıştı. Dinozorların gölgesinde yaşadıkları karanlık çağlardaki memeli evriminin erken evrelerine ışık tutmak bakımından bu kafataslarının önemli olduğunun farkındaydı. Başka bir şeyin daha farkındaydı: Andrews ve ekibi, gazete manşetlerine taşınacak ve kapalı gişe müze sergilerinde boy gösterebilecek iri, gösterişli fosiller peşinde koşmuştu. Gobi'den getirdikleri memeliler (gerçi o zaman bu tür fosillerin ilk kayıtlarıydı) bir nevi ekti; gözlerini dinozorlar için dört açmışlarken çöl zemininden rastgele çekip aldıkları parçalardı. Fosil memeli aramak için belirledikleri bir stratejileri yoktu, yine de birkaç kafatası ve kısmi iskelet bulmuşlardı. Bunun tek bir anlamı vardı.

Çölde daha fazla memeli olduğu muhakkaktı. Sadece doğru paleontoloğun gelmesini bekliyorlardı.

İşte o paleontolog Zofi'ydı. Ufak kafatasları, çeneler, dişler aramaya koyuldu. Resmen dizlerinin üstüne çöküp elleriyle işe girişti, büyüteçle kayaları yokladı. Sırtı büken, dizleri yara bere içinde bırakan, gözleri zorlayan bir işti. Andrews'un maço dinozor avlarının görkeminden yoksundu, ama etkili bir yöntemdi. 1964'te Zofia'nın ekibi dokuz memeli kafatası buldu. Andrews ekibinin on yıllık keşifte bulduğu kafatası sayısına neredeyse ulaşmışlardı. Üstelik bu sadece başlangıçtı.

Zofia 1970'te ekibini, Barun Goyot Oluşumu'nda açığa çıkmış koyu kırmızı renkli kayaçlara götürdü. Rus paleontologlar (İkinci Dünya Savaşı sonrasında Gobi Çölü'nde keşiflere çıkmışlardı), bu bölgenin fosil açısından çorak olduğunu düşünüyordu. Zofia, büyütecinin onları haksız çıkaracağını hissediyordu. Haklı olduğu hemencecik görüldü. Henüz birkaç saat geçmişti ki Halszka Osmólska muhteşem bir memeli kafatası buldu. Daha önce ister Andrews'un, ister Rusların, ister Zofia'nın eski ekiplerinin bulmuş olduğu hiçbir şeye benzemiyordu. Yeni bir canlı türü! Kampta çarçabuk yenen öğle yemeğinin ardından Zofia daha büyük bir ekip topladı, onları Khulsan denen mevkiye götürdü. Burası kısa süre içinde (Zofia'nın tabiriyle) kendi El Doradoları olacaktı. Sırf o öğleden sonra beş memeli kafatası buldular. On gün kaldılar. On yedi kafatası daha buldular. İki haftadan kısa süre içinde, dünyanın en iyi Kretase memelisi kaydını topladılar.

Polonya'da geçirdikleri kısa kış tatilinin ardından, Zofia ve ekibi 1971 baharında Moğolistan'a döndü. İçi içlerine sığmıyordu. Doğrudan El Doradolarına gittiler. O ilk gün Zofia üç memeli kafatası daha keşfetti. Araştırmalarının kapsamını genişlettiler, Hermiin Tsav denen mevkide yeni bir fosil hazinesi buldular. Burada başka bir kemik avcısı grubuna rastladılar: bir Sovyet ekibi. Son birkaç yıldır çölü arşınlıyor, başlıca fosil bölgesine sarkıyorlardı. Daha fazla kaynakları, daha sağlam siyasi bağlantıları vardı. Nihayetinde Sovyetler Birliği süper güçtü, Polonya ise onun uydu devletiydi. Oyun çevirmekte becerikliydiler. Zofia'nın yanında çalışmış olan kimi genç Moğol bilim insanlarını kendi taraflarına çektiler. Moğollar bir süreliğine iki tarafa da iş yapmayı denedi. Mesailerini iki rakip ekip arasında bölüştürdüler, ama 1971'deki fosil sezonunun sonlarında gerilim artık dayanılmaz boyuttaydı.

Zofia, Moğol Bilimler Akademisi başkanıyla görüşmeye çağrıldı. Başkan, Zofia'ya kötü haberi iletti. Moğol bilim insanları artık yalnızca Sovyet ekibiyle çalışacaktı. Leh-Moğol keşif seferi sona erdirilmişti. Daha sonra Zofia, "Bu haber benim için kesinlikle çok ağır oldu," diye yazacaktı. Kararın perde arkasındaki Soğuk Savaş siyaseti kafasını allak bullak etmişti. "Fakat, Moğolistan'da sayısız fosil bulduğumuz gerçeğiyle kendimi avutmaya çalıştım; önümüzdeki yıllarda bu fosilleri tanımlayacaktık."

Bunlar arasında 180 civarı Kretase memelisi vardı; Khulsan'da, Hermiin Tsav'da ve başka mevkilerde yıllar süren çalışmalarının birikmiş yekunu. Uzak ara, gelmiş geçmiş en büyük, en eksiksiz, en çeşitli, en göz kamaştırıcı Kretase memelisi derlemesiydi. Zofia müteakip onlarca yıl boyunca bu kafataslarını ve iskeletleri tanımladı. Bu işin büyük kısmını evindeki çalışma odasında yaptı.

Pastalarımızı ve çayımızı bitirdikten sonra bizi o odaya götürdü. Duvarda renk renk klasörler diziliydi (memeli evrimini ele alan en güzel makalelerin özenle kataloglanmasıyla oluşturulmuş bir kütüphane). Dişlerle, çenelerle ve başka memeli parçalarıyla dolu şeffaf plastik kutular da vardı. Tüm numuneler minicikti: Bu memelilerin hiçbirinin boyutu, Zofia'nın Pomeranya köpeğinin yarısı kadar bile değildi.

Zofia lambanın ışığını açtı. Raftan bir kutu çekip aldı. Elleri azıcık titrerken, kutunun kapağını kaldırdı, içinde çene olan küçük plastik bir tüp çıkardı. Yüzeyinde küspislerin görüldüğü, düzleşmiş azıdişleriyle bezeliydi. Çeneyi mikroskobun altına yerleştirdi. Masaya dayandı. Hafifçe öne eğilip numuneye yakından baktı.

"Yeni bir tür olabilir," dedi. Bizden de bakmamızı istedi. Son Leh-Moğol seferinin üzerinden neredeyse kırk sene geçmişti, ama, hâlâ yapacak iş vardı. Zofia 2015 Mart'ına kadar çalışmayı sürdürdü. Bu tarihte aramızdan ayrıldı. Doksan yaşına basmasına bir ay kalmıştı. Evi, henüz araştırılmamış Moğol fosilleriyle doluydu.

***

Zofia ile ekibinin topladığı memelilerin çoğu Moğolistan'ın güneyinden, Ulan Bator'a araçla iki günlük mesafeye yayılmış olan, kepez, sarp kayalık, dere yatağı, çorak vadi ve çeşitli çöl oluşumları biçimlerine kavuşmuş kayaçlardan gelmişti. Çoğunlukla kumtaşı ve kiltaşı kayaçlarıydı bunlar. Kimisi yemyeşil ormanların suyunu boşaltan ırmak mecralarında birikmişti, kimisi de bugün olsa Moğolistan'da göze batmayacak eski kum tepelerinin ve çöl vahalarının kalıntılarıydı. Tüm bu kayaçlar yaklaşık 84 milyon ila 66 milyon yıl önce, Kretase döneminin sonunda, Kampaniyen ve Mastrihtiyen evrelerde oluştu. Bu dönem, dokodonların ve haramiyidanların Jura'daki en şaşaalı günlerinin en az 80 milyon yıl sonrasıydı. Büyük çeşitlilik sergileyen bu memeli gruplarını geçen bölümde gördük.

Bu süre zarfında pek çok şey değişmişti. 145 milyon yıl önce Jura yerini Kretase'ye bıraktı. Bu geçişi, megavolkanlar ya da başka bir jeolojik felaket başlatmış değildi. Döneme damgasını vuran kayda değer bir kitlesel yokoluş ya da ekolojik çöküş de gerçekleşmemişti. Bunun yerine kıtalar, okyanuslar ve iklim düzeyinde cereyan eden ufak değişiklikler kademeli olarak birikti ve

yeni Kretase dünyasına ilk adımlar bu değişiklikler eşliğinde atıldı. Yaklaşık 10 milyon yıllık zaman zarfında deniz seviyeleri düştü, ardından tekrar yükseldi. Geç Jura dünyasının alev alev serası önce soğudu, sonra kurudu, nihayet erken Kretase'de normale döndü. Bu esnada kıtalar hâlâ hareketliydi. Eski Pangea daha da yarıldı, yeni topraklar, gözle algılanamayacak bir hızla, yılda birkaç santim ayrılarak birbirlerinden iyice uzaklaştı. Bu hızı 80 milyon yılla çarparsanız, Kretase sonunda kıtaların aşağı yukarı bugünkü konumlarında oldukları görülür.

Gerçi harita, modern haline tam benzemiyordu. Güney Amerika Kuzey Amerika'dan epey uzaktaydı, ama, Antarktika'yla cılız bir bağı vardı. Antarktika ise neredeyse Avustralya'ya temas ediyordu. Hindistan, Afrika'nın doğu kıyısı açıklarında bir ada kıtaydı, hızla kuzeye sürükleniyordu. Hiç buz örtüsü yoktu, dolayısıyla deniz seviyeleri yüksekti. Avrupa desen tropikal sularda baş vermiş benek benek adalardan ibaretti. Başka bir deniz, Kuzey Amerika'yı kaplıyor, zaman zaman Meksika Körfezi'nden Kuzey Kutup Bölgesi'ne kadar uzanıyor, kıtayı ikiye, Laramidya denen dağlık batı dilimi ile Apalaş denen doğu kısmına ayırıyordu. Avrupa adaları, Kuzey Amerika ile Asya arasında geçiş kolaylığı sağlayan basamaklardı, ama, bu kuzey toprakları ile güney kıtaları arasında engin bir okyanus bariyeri vardı.

Zofia'nın Gobi memelileri, geniş Asya kara kütlesinde yaşamış olmalı. Bu toprak parçası, Bering Boğazı aracılığıyla ara sıra Laramidya'yla bağlantı sağlıyordu, ayrıca batıda Avrupa takımadalarına rahat erişimi bulunuyordu. Zofia'nın çölden topladığı neredeyse iki yüz memeli, nice altgruba mensup pek çok canlı türünden oluşan, çeşitliliği yüksek bir hayvanlar alemi meydana getiriyor. Bunlardan bazıları, memeli tarihinin erken aşamalarından kalma kalıntılar. Bazıları da yeni canlı türleri; günümüzün plasentalılarına ve keselilerine uzanan atasal soylarda sınıflandırılıyorlar. Fakat, büyük çoğunluğu multituberculata takımına dahil.

Multituberculata takımı, dokodonların ve haramidiyanların çöküşünün ardından sıradaki büyük memeli çeşitlenmesi dalgasıydı. Haramiyidanlardan evrimleşmiş olabilirler, çünkü iki grubun da azıdişleri benzeşiyor: uzun küspis sıraları ve çenenin öğütme amacıyla geriye doğru hareket ettiği çiğneme hareketi.

Multituberculatalar, Kretase memelilerini temsil ediyor. En azından kuzey kıtalarında. Bu takıma dahil yüzü aşkın tür bulundu. Gobi'de tüm memeli fosillerinin yaklaşık yüzde 70'i multituberculatadır. Zofia'nın da tanımladığı birkaç yeni tür var. Çoğunlukla ekibinin Khulsan'da, Hermiin Tsav'da ve yine başka bir verimli mevkide yaptığı keşiflerin meyveleri. Bu sonuncu saha, kumtaşlarının oluşturduğu bir sırt. Çöl seması altında sunduğu alev turuncusu görüntüden dolayı Roy Chapman Andrews bu mevkiye, Alevli Kepez adını verdi.

Andrews'un ekibi 1920'lerde ilk fosilleri burada buldu. Gobi multituberculataları arasında *Kryptobaatar*'lar da var. Birtakım kafatasları ve iskeletlerden bilinen bu varyete en yaygın multituberculatalardan. Zofia bunu 1970'de isimlendirdi. Aynı araştırma makalesinde, *Sloanbaatar* ve *Kamptobaatar*'ı da tanıttı. Daha sonra *Catopsbaatar*, *Nemegtbaatar*, *Bulganbaatar*, *Chulsanbaatar* ve *Nessovbaatar* türlerine de isimlerini Zofia verecekti. Bu isim silsilesinden burada belli bir şablonun söz konusu olduğunu anlamışsınızdır. "Baatar", Moğolcada kahraman anlamına gelir, ülkenin başkentinin ismi de aynı kökten geliyor: Ulan Bator, "Kızıl Kahraman" demektir. Komünist geçmişin bir kalıntısı. Ziyaretine gittiğimde muhtemelen Zofia'nın ofisindeki kutularda potansiyel falanca-baatar'lar saklanıyor, yeni türler olarak tanımlanmayı bekliyordu.

Zofia 1971'de fosil toplamayı bırakmak zorunda kalmış olsa da, o zamandan beri başka ekipler sürüsüne bereket yeni Gobi multituberculatası buldu. Moğolistan'da komünizmin 1990'da yıkılmasının neredeyse hemen ardından, Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nden bir ekip, Andrews'un Orta Asya Seferlerini tekrarladı. Ekibin başında Mike Novacek (kaleme aldığı *Time Traveler* [Zaman Yolcusu] gibi popüler bilim nitelikli kitapları gençliğimde ilham kaynağım olmuştu) ve Mark Norell vardı. Norell daha sonra doktora danışmanım olacaktı. Bu seferden itibaren otuz yıl boyunca her sene Gobi'ye döndüler, hâlâ da gitmeye devam ediyorlar. Nihayetinde yüzlerce memeli kafatası toplayarak Zofia'nın rekorunu gölgede bıraktılar. Bunların pek çoğu, keşfettikleri olağanüstü mevkiden geliyor: Ukhaa Tolgod adlı, dört kilometrekarelik bir Kretase kumul alanı. Burada binlerce memeli, kertenkele, dinozor ve kaplumbağa (kum tepelerinde ve arada kalmış vahalarda yaşıyorlardı), ani çöl yağmuru baskını sırasında çökmüş kum tepelerinin altında kalmışlar. Beklendiği üzere, memelilerin çoğunluğu multituberculataydı, yeni bir baatar dahil: *Tombaatar*.

Kretase dönemi Moğolistan'ında, bir kum tepesi üzerinde güneşleniyor ya da çöl vahası çalılığında çömelip dev dinozorlardan saklanıyor olsaydınız, muhtemelen etrafınız multituberculatalarla sarılı olurdu. Kanalizasyon sıçanlarından, metruk binalardaki farelerden, tarla sıçanlarından farkları yoktu. Olasılıkla onları her zaman görmezdiniz, ama seslerini işitebilirdiniz. Orada bir yerde saklandıklarından emin olurdunuz. Kovuklara sığınıyor, gölgelere siniyor, topraktaki oyuklardan ve yaprak döküntüleri içinden sürünerek ilerliyorlardı.

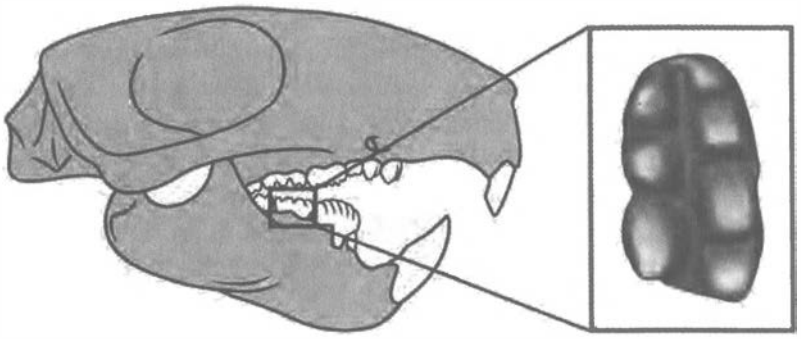
Jura ve Kretase memelilerinin hâlâ sık sık kemirgen benzeri diye nitelendirilip tek kalıba sokulması haksızlık. Fakat iş multituberculatalara gelince, yerinde bir karşılaştırma bu. Ön tarafta çıkık kesicidişleri vardı. Çiğneyip kemirebiliyorlardı. Pek çok bakımdan günümüz fareleri ya da sıçanları gibi hareket ediyorlardı. Bazılarının uzun, düz uzuvları bulunuyordu. Bu sayede zeminde hızla koşturuyorlardı. Kimileri toprakta oyuk açıyor, kimileri de hoplayıp sıçrıyordu.

Bunların pek çoğu ayak bileklerini öyle çevirebiliyordu ki ayakları tamamen ters yöne dönebiliyordu. Böylece ağaçtan kafaları önde güvenle inebiliyorlardı. Penceremden gördüğüm sincaplar gibi. Fakat, multituberculatalar kemirgen değildi. Kemirgenler bizim gibi plasentalı memeli olsa da, multituberculatalar daha ilkel bir aileydi; aile ağacında tekdelikliler ile keseliler artı plasentalılar arasında bir yerde yuvalanmışlardı. Kemirgenlerinkine benzeyen özelleşmiş yapılarını günümüz sıçanlarından, farelerinden ve sorekslerinden bağımsız evrimleştirdiler. Muhtemelen aynı genelci ekolojik nişleri dolduruyorlardı. Kretase sırasında multituberculata takımı, bu fare ila kobay boyutu rollerinde müthiş başarılıydı.

Peki bu başarının kaynağı neydi? Çiğneme becerileri mükemmeldi. Öyle ki kendi eşsiz beslenme tarzlarını geliştirdiler. Bu sayede pek çok gıda tipiyle karınlarını doyurabildiler, özellikle bitkilerle.

Multituberculata dişleri çeşit çeşit karmaşık biçime sahiptir. Bu dişlerin profili, çene kemiğinde şehir silueti gibi görünür. Ağız kısmının ön ucundaki kesicidişler dudağa doğru eğimlidir, ön dişlerin göründüğü ahmak sırıtışındaki gibi öne çıkıntı yapar. Bunların ardında çoğunlukla boş alan vardır. Arkasından en az bir adet kocaman, ince, tırtıklı küçük azıdişi gelir. Hızar bıçağı gibi yukarıya bakar. Diş sırasının geri kalanı, uzun, düz azıdişlerinden meydana gelir. Bunların uzun küspis sıraları, Lego parçalarına benzer. "Birçok yumrucuk" anlamına gelen multituberculata ismi, bu tuhaf azıdişlerinden geliyor.

Bu dişler, avı kötürüm bırakmak için birlikte çalışıyordu, tıpkı İsviçre çakısının pek çok aleti gibi. Kesicidişler gıdayı toplayıp içeri çekiyor, ayrıca pek çok türde (mesela kemirgenlerde) parçalama işini de yapabiliyordu. Küçük azıdişlerinin görevi ezmek ve dilimlemekti; yukarı-aşağı eksenli düz hareketler, alt çenenin küçük azıdişlerini yukarı kaldırıp sivri kesici bıçaklar gibi üstteki muadillerine bastırarak kesme işlemini gerçekleştiriyordu. Fakat, en ilginç eylem, büyük azıdişlerininkiydi. Çene kapandığında, alt çenenin üst kafatasına göre arkaya hareket etmesi kısıtlanıyor, böylece alt ve üst büyük azıdişlerinin birbirleri üzerinde kayarak temas etmesi sağlanıyordu. Arada kalan her türlü gıda kıyılıyor, birbirine sürten alt ve üstteki uzun küspis sıraları vasıtasıyla toz haline getiriliyordu. Bu geri yönlü darbenin dümeni, ağzı kapayan büyük kaslardı. Alt çenenin çok daha ilerisinde konumlanmışlardı; kemirgenler dahil çoğu memeliye kıyasla daha ileride. Bu uzun kaslar, uzun bir çene, dolayısıyla uzun bir ağız bölgesi gerektiriyordu. Böylece multituberculatalara, kendi imza özellikleri olan uzun burunlu, koca gözlü, muhtemelen dolgun yanaklı portreyi kazandırdı.



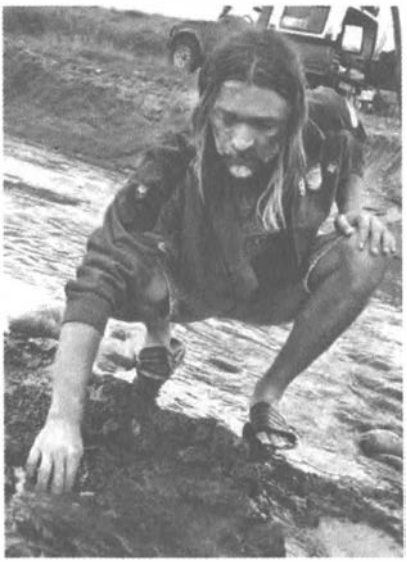
Bir Kretase multituberculatasının kafatası; Lego parçası şekilli azıdişinin çiğneme yüzeyine yakından bakılıyor. (Sarah Shelley'nin çizimi)

İlk multituberculatalar, dokodonlar ile haramiyidanların çoğalmakta olduğu orta-geç Jura'da yaşadı. Fakat, multituberculataların kendine geldiği dönem, Kretase zamanıydı. O çağda, özellikle de Kretase'nin son yirmi milyon yılında inanılmaz bollaştılar. Küçük nişlerde hakimiyet sağlayan sürüler kurdular. Zofia'nın Gobi'de topladığı kafatasları ve iskeletler bunun örneğidir.

Kretase devam ederken, multituberculataların damak zevki incelik kazandı. Azıdişleri irileşti, daha şatafatlı hale geldi, ilave küspisler gelişti. Greg Wilson Mantilla (gelecek bölümde doğru düzgün tanışacağız) ve çalışma arkadaşlarının haritacılık yöntemlerini (Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) de denir) kullanarak yürüttükleri zekice bir çalışmada, multituberculata azıdişleri arazisinin, geç Kretase'de gitgide karmaşıklaştığı gösterildi. Zirveler yükseldi, sayıları arttı, vadiler derinleşti, yüzey dokusu daha kıvrımlı hale geldi. Modern memelilerle yapılan çalışmalardan bilindiği üzere, diş karmaşıklığı, beslenme yelpazesinde etçillerden hepçillere ve oradan otçullara geçişle birlikte artıyor. Dolayısıyla bu geç Kretase multituberculatası bitki yeme konusunda uzmanlaştıkça giderek daha barok dişler geliştiriyordu. Böylece çeşitlilikleri arttı, ayrışıp Zofia'nın baatar ordusu gibi bir dolu yeni tür oluşturdular. Üstelik irileştiler; gerçi ortalama ağırlıkları sadece bir kilogram geliyordu. Rahatlıkla kucağınıza sığabilirlerdi.

Multituberculata takımı bu dönemde kuzey kıtalarına yayıldı, yeni bitkileri yemenin peşine düştüler. En az yarım düzine canlı türü, belki daha fazlası, Laramidya altkıtasında Cehennem Deresi'nin Kretase sonu ekosisteminde *T. rex* ve *Triceratops* dövüşürlerken bütünüyle eriyip gitti. Binlerce kilometre ötede, kogaionidler denen endemik bir aile, Avrupa adalarını mesken tutuyordu. Belli ki ilk önce Hateg Adası denen, Hispaniola Adası (Haiti-Dominik Cumhuriyeti)





Romanya'da saha çalışması: Çoklu-Yatak fosilleri toplanıyor (üstte); Mátyás Vremir, ırmaktan fosil topluyor (solda). (fotoğrafları çekenler, sırasıyla, Akiko Shinya ve Steve Brusatte)

ebadındaki kara dilimine çıkmışlar, yeni ada çevresine uyum sağlamışlar, ardından denizden baş vermiş kara benekleri mozaiğinde seke seke ilerlemişler.

Mátyás 2009'da bir ırmak boyunda oğullarıyla birlikte çıktığı fosil avında, Mark'ın Gobi'de toplamış olduğu kimi etçil fosillere benzediğini düşündüğü bir dinozor buldu. Mark'a yazdığı e-posta üzerine kışın Bükreş'e uçtuk. Mátyás'ın bulduğu dinozorun yeni bir tür olduğunu saptadık. Gobi *Velociraptor*'uyla yakın akrabaydı. Bu olay, yaz başında yıllık bir saha çalışması gezisiyle birlikte uzun süreli bir işbirliği doğurdu. Saha ekibimize Meng Jin de katılmıştı. Çin'de



Bezelye beyinli multituberculata *Litovoi*. (fotoğrafı çeken Mick Ellison)

bulunan Liaoning memelilerinin pek çoğunu o betimlemiştir. Yumuşak dilli, iğneleyici mizah anlayışlı Rumen paleontolog Zoltán Csiki-Sava ve yıllar içinde süzgeçten geçip gelen pek çok kişi de ekibe dahil oldu. Dinozordan çok memeli bulacaktık. Bu memelilerde de Moğol kumaşı vardı, zira hepsi multituberculataydı. Gelgelelim, kendilerine özgü beklenmedik acayiplikler barındırıyorlardı.

Hateg Adası multituberculataları (şu an en az beş tür var; kısa süre içinde daha fazlası tanımlanacak), kogaionid sülalesine mensuptur. Bu sülale yalnızca Avrupa adalarında yaşıyordu. Bunların kemikleri ve dişleri, engebeli Transilvanya tepelerinde pek çok mevkide bulundu. En çarpıcı fosil mevkisi, Pui köyü civarında "Çoklu-Yatak" lakabı takılmış iskelet mezarlığıdır. Vampir ambiyansıyla uyumlu şekilde, cesetler yaklaşık yarım metre kalınlıkta, koyu kırmızı renkli bir kiltaşı katmanında bulundu. Multituberculatalar, geç Kretase sırasında bir longoz tabakasının toprak sınırını oluşturan bu katmanı kazıp içine girmiş olabilir. Belki başta yırtıcılara karşı bir sığınaktı. Fakat sonrasında mezarları oldu. Belki de ırmak suyunun yükselmesiyle canlı canlı gömülmüşlerdi.

Söylediklerim, Kretase suç mahali hakkındaki varsayımlardan ibaret olsa da, taşkın sularının günümüzde Çoklu-Yatak'ta sorun olduğuna şüphe yok. Bárbát Irmağı'nın beyaz köpüklü sularının kemik katmanını yutması bizi

tarifsiz bir hüsrana sürükledi. Demek ki en düzgün fosiller, ırmak yatağında kendiliklerinden açığa çıkmıştı. Dolayısıyla, iskeletleri toplarken zarar vermemek imkansız, üstelik ne kadar fosil toplarsak toplayalım, beyaz kemik yongalarının suya kapılıp gittiğine şahit olmak, uzaklaşan parçaları görmek insanın yüreğini parçalıyor. Her gün, her saat, belki her dakika ırmak dibinden kemikler kopuyor, akıntıyla sürükleniyor.

Ekibimiz elinden geleni yapıyordu. Neyse ki Mátyás inanılmaz yetenekli bir toplayıcıydı. Kemikler gözünden kaçamıyordu. Gözleri, birlikte çalıştığım tüm paleontologlarınkinden daha keskindi. Zaman zaman yüzücü gözlüğünü takıp su içine bakardı, ama kesilmiş plastik meşrubat şişesinden yapılma kendi derme çatma icadını tercih ediyordu. Bunu tek mercekli dürbün gibi kullanıyordu. Beyaz bir şekil tespit ettiğinde, mızrakla avlanan bir balıkçının hızı ve hassasiyetiyle ellerini su içine sokuyor, tırnaklarıyla kazarak kayaya ulaşıyor, olabildiğince toprak çıkarıyordu. Elleri hiç titremezdi. Tükettiği kafein ve nikotin miktarına bakınca, kayda değer bir özellik. Zorunluluktan doğmuş yöntemiyle tam iskelet çıkaramasa da, bir keresinde heyecan verici nispette yaklaştı.

2014'te bir Haziran günü saha çalışması ekibimiz ikiye bölündü. Benim görevim, çekiçle ve keskiyle birkaç dinozor yumurtası yuvası çıkarmaktı. Mátyás, Mark ve birkaç kişi, monotonluktan usanıp Pui'de yeni bir kamp kurdular. Güzel bir yaz öğleden sonrası ırmak suyunda yürümenin keyfini çıkarıyorlar, Çoklu-Yatak'ta minik kemik arıyorlardı. O akşam misafirhanede yeniden buluştuğumuzda her yerim sızlıyordu, bitkin düşmüştüm, ama Mátyás'ın neşesi yerindeydi. Büyük boy Rumen birası şişesini açtı, kadeh kaldırdı, sonra bize ne bulduğunu gösterdi. Çok-küspisli azıdişlerine sahip bir kafatasıydı, ayrıca memelilere özgü uzuvları, omurgası ve kaburgaları vardı. Ağırlığı muhtemelen 140-170 gram geliyordu. Eline kolaylıkla sığıyordu; zaten ırmaktan bu kadar çok numune çıkarabilmesinin sebebi de buydu. "Avrupa'da bulunmuş en iyi Kretase memelisi numunesi olabilir mi??!!" Saha defterime aynen böyle not düşmüşüm.

Aslına bakarsanız Avrupa adalarında şimdiye dek keşfedilmiş en eksiksiz, en iyi korunmuş kogaionid örneği olduğu rahatlıkla söylenebilir. Ayrıca Gobi dışında bulunmuş en harika multituberculatalardan biriydi. 2018'de bunu yeni bir tür olarak isimlendirdik: *Litovoi*. Kazıklı Voyvoda'yla, yani gerçek Drakula'yla aynı kalibrede olan, on üçüncü yüzyıl Romanya hükümdarlarından birinin adıydı.

Bir sürpriz daha vardı: Mark kemikleri alıp ilave incelemeler yapmak üzere New York'a götürdüğünde, iyi durumda bir fosil bulmuş pek çok paleontoloğun günümüzde yaptığı işi yaptı; iç anatomisinin ayrıntılarını görmek için BT tarayıcıya soktu. Ekrandaki görüntüler karşısında ağzımız açık kaldı. Beyin boşluğu minicikti. İnanılmaz küçüktü. Beyin hacmini ölçtüğümüzde, *Litovoi*'nin

şimdiye dek kayıtlara geçmiş en küçük beyinlerden birine sahip olduğunu gördük: Beynin vücuda oranı, kogaionid olmayan diğer multituberculatalardansa memelilerin ilkel kinodon atalarına daha yakındı.

Bunun sebebini artık bildiğimizi düşünüyoruz. *Litovoi*'nin bir adada yaşadığını hatırlayın. Adalar çetin ortamlardır: Çoğunlukla yer dardır, kaynak azdır, en azından anakaraya kıyasla. Yolu adaya düşen pek çok modern memelinin, yeni yuvalarındaki kısıtlamalara uyum göstermek üzere biyolojilerinin ve davranışlarının belli veçhelerini değiştirdiği biliniyor. En yaygın değişikliklerden biri, beyni içeriyor: Çoğunlukla ufalıyor. Bunun amacı muhtemelen enerji tasarrufu sağlamaktır, çünkü iri beyinleri sürdürmek pahalıdır. Öyle görünüyor ki *Litovoi*, ta Kretase döneminde, modern memelilerin başvurduğu çok ileri bir hayatta kalma numarasını hayata geçiriyordu.

Bu, multituberculataların geç Kretase'de nasıl çoğaldığının çarpıcı örneğidir. Uyum güçleri yüksekti, çevre değiştikçe dişlerine, beslenme tarzlarına, hatta beyinlerine ince ayar yapabildiler, hatta toplumsal gruplar halinde toprakta oyuk açıp **yu**va kuruyorlardı. 2021'de keşfedilen fosilleşmiş koloni bunu gösterdi. Boyutları ufak kalmış, dinozorların birbirine kattığı dünyada irileşmeleri mümkün olmamışsa da, Kretase'de yeraltı onlarındı.

***

Multituberculatalar, onca yeteneklerine ve başarılarına rağmen, Kretase sırasında hızla değişen nice hayvan grubundan biriydi. Bu evrim uvertürünü yöneten, bitkilerdi; ama, alelade bitkiler değil.

Orkestranın başına yeni, özel bir bitki örtüsü tipi geçmiş, Kretase evriminin itici gücü olmuştu. Bunlar, kapalıtohumlu bitkilerdi. Çiçekli bitkiler adı daha yaygındır. Değneğini coşkuyla sallayan maestro gibi kapalıtohumlu bitkiler de böcekleri, dinozorları, memelileri ve başka hayvanları beklenmedik yeni doğrultulara yönlendiriyor, dünyayı baştan şekillendirmiş evrim hareketinin başını çekiyordu. Bunun sonucunda, günümüzde kapalıtohumlu bitkiler egemendir; gezegenimizde neredeyse tüm kara arazilerindeki en bol bitki tipi bunlardır. Bahçelerimizi süsler, odunsu kısımlarıyla evlerimizin iskeletini oluşturur, hatta sevdiğimiz insanlara verdiğimiz romantik hediyelere dönüşürler; üstelik meyvelerden ve çoğu sebzeden tutun evcilleştirilmiş ottan (kapalıtohumlu bitkilerin hayli özelleşmiş bir tipi) fazlası olmayan buğday, mısır gibi tahıllara varana kadar gıdamızın büyük kısmını sağlayanlar onlardır.

Burada müzik benzetmesini kullandım, ama bazı paleontologlar isyan eğretilemesini yeğler. Yaklaşık 125 ila 80 milyon yıl öncesinden itibaren orta Kretase'den geç Kretase'ye uzanan zaman zarfına, Kretase Karasal Devrimi derler. Bu çeşitlenme ve kargaşa döneminde eski toplulukların sığınağı, renkli

çiçeklerin, mis kokulu meyvelerin, vızıldayan böceklerin, cıvıl cıvıl kuşların ve hikâyemiz açısından en önemlisi de bir dolu yeni memelinin canlılık kattığı, daha modern bir ormanlar dünyasına dönüşmüştür. Bu memeliler arasında günümüz plasentalılarının ve keselilerinin doğrudan ataları da vardı.

Bu kalkışma, akla gelebilecek en uysal devrimcilerin, her mevsim yeşil ormanların gölgesini ve göl kenarlarını mesken tutmuş küçük otların ve makilerin eseriydi. Meyve, çiçek ve daha etkili büyüme usulleri geliştiren bu mütevazı kapalıtohumlu bitkiler, besin piramidinin tabanını ele geçirdi, bütün ekosistemin yapısı değişti. Yine benzetmelerle konuşacak olursak, bu bitkiler, kralı devirip yeni yönetim biçimi tesis eden köylülerdi. Bu işi gizli bir isyanla başardılar. Yabancı topraklardan gelip istila etmediler ya da bir afet sonrası kontrolü ele almadılar. Hep oradalardı, gölgelerdeki sürgün hayatında kendi vakitlerinin gelmesini beklediler, içeriden bir isyan başlattılar.

Klasik bir sürpriz at hikâyesidir. Kapalıtohumlu bitkiler uzun süre önce ortaya çıkmış gibi görünüyor, belki geç Triyas'ta ya da erken Jura'da. Modern çiçekli bitkilerin DNA'sındaki devasa çeşitlenme miktarı bunun göstergesidir. Bu çeşitlenme ancak böyle uzun bir ömürde birikmiş olabilir. Fakat, Kretase başına, yani yaklaşık 130 ila 140 milyon yıl öncesine kadar fosil olarak boy göstermiyorlar. O dönemde de sadece mikroskobik polen taneleri halinde görünüyorlar. Gerçek bitki örtüsünün ilk fosilleri, tüylü dinozorlar ve kürklü memeliler gibi Liaoning'in 125 milyon yıllık kayaçlarında, Pompei tarzı volkanik ölüm döşeklerinde bulundu. Bunlar yaban otu tipinde, ince saplı, narin yapraklı oluşumlardı. Bahçenizde yetiştirebileceğiniz kekiğe ya da mercanköşke benziyorlar. Kapalıtohumlu bitkiler yaklaşık 100 milyon ila 80 milyon öncesine kadar bu şekilde (yani göze çarpmayan, belki büyük oranda bataklıklarla, sulak alanlarla kısıtlı halde) kaldı. Bu dönemden itibaren boyutları artmaya başladı. Alameti farikaları olan çiçekleri ve meyveleri evrimleştirmeye koyuldular. Fundalardan tutun ulu ağaçlara varana kadar çeşitlendiler. Çeşit çeşit ormanlar oluşturdular. Kretase'nin sonuna gelindiğinde, kapalıtohumlu bitkiler, bitki örtülerinin yüzde 80'ini meydana getiriyordu, üstelik palmiye ve manolya gibi aşina olduğumuz biçimlere serpilmişlerdi bile.

Kapalıtohumlu bitki darbesi, tarihteki pek çok devrim gibi, vasıf ve zamanlamanın birleşimiydi. Vasıf bileşeni, onları atkuyruğu, eğreltiotu ve her dem yeşil ağaçlar (çamlar ve akrabaları) gibi başka bitkilerden ayıran adaptasyonlarıydı. Kapalıtohumlu bitkilerin çiçekleri ile meyveleri, böcekler aracılığıyla polenleşmeyi ve geniş alanlara yayılmalarını teşvik ediyordu. Yaprak damarı yoğunluklarının daha fazla olması (bu sayede daha fazla su taşıyabiliyorlardı) ve artan stomata sayıları (yapraktaki bu küçük açıklıklardan içeri karbondioksit girer), fotosentez sırasında kendi gıdalarını imal etmek için daha fazla ham

maddeyi içlerine almalarını mümkün kıldı. Böylece daha hızlı, daha verimli büyümelerini kolaylaştırdı. Fakat, çevrelerinde eşgüdümlü değişimler meydana gelmiyor olsa, bunun önemi olmayabilirdi. Oysa Pangea yarılırken ekvatorun iki yanındaki kuru kuşaklar (Triyas'ta öne çıkmış, Jura'da varlıklarını devam ettirmişlerdi), orta Kretase'de küçülüp minik ceplere dönüştü. Bu yeni, nemli kıtaların koşulları büyük oranda birörnekti: Yüksek enlemlerdeki ılıman bölgeler artık çöller vasıtasıyla tropikal bölgelerden ayrılmıyordu. Bu şartlar, kapalıtohumlu bitkilerin yayılması, çoğalması için idealdi.

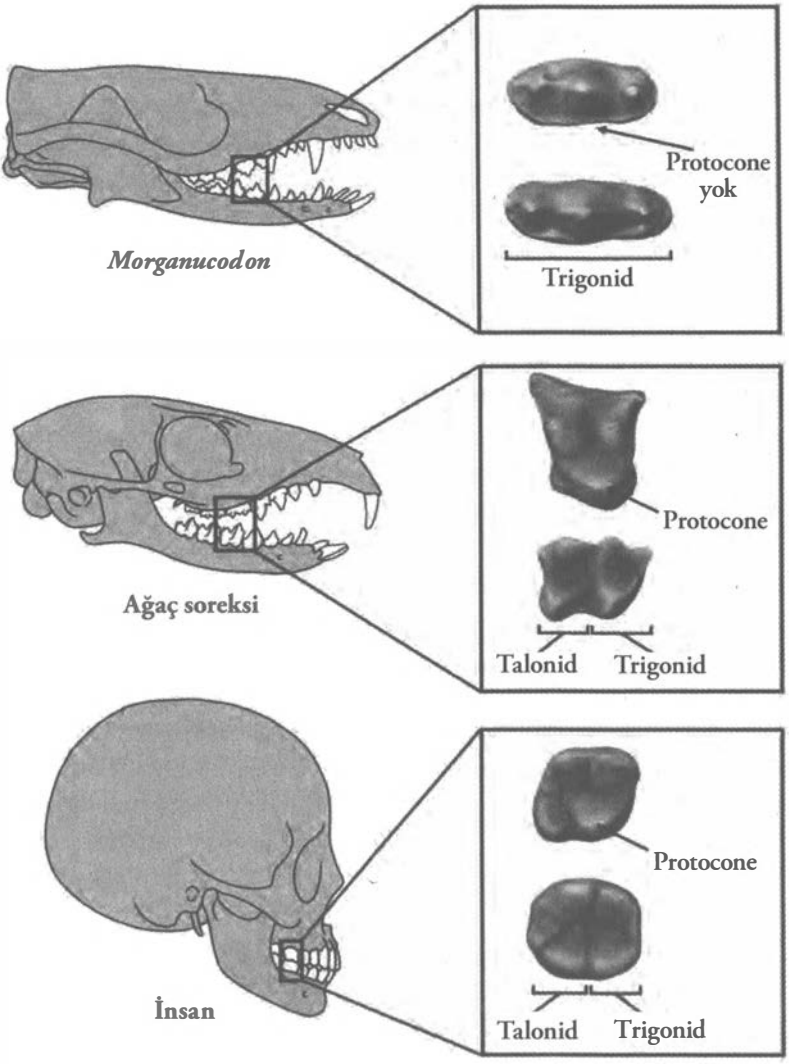
Yeni kapalıtohumlu bitkilerin bolluğu, multituberculata takımı için nimetti. Zofia'nın baatarları ve Mátyás'ın bezelye beyinli *Litovoi*'si, hızlı büyüyen bu kapalıtohumlu devrimcilerin yapraklarını, saplarını, tomurcuklarını, meyvelerini, çiçeklerini, köklerini ve başka kısımlarını geriye doğru hareketle çiğnemek için çok-küspisli azıdişlerini kullanıyordu. Bu bitkiler genelde, eğreltiotu yaprakları ve çam ağacının iğne yapraklarından daha besleyiciydi. Multituberculataların Kretase sonlarında çoğalmasının sebebi budur: Yeni yeşilliklerden yararlanmak için daha iri, daha karmaşık dişler geliştiriyorlardı, küspis sayısı artmıştı. Bu gelişim sırasında çeşitlenip nice yeni tür oluşturdular. Her biri farklı bitkilerle beslenme konusunda uzmanlaşmıştı.

***

Fakat, bu kadarı hikâyenin anca bir kısmıdır. Eşgüdümlü evrim dansında, kapalıtohumlu bitkilerin yanında, bunların polenlerini taşıyan etkenler de evrimleşiyordu: pek çok yeni böcek grubu, özellikle güveler, yaban arıları, sinekler, kınkanatlılar, kelebekler, karıncalar, artı örümcekler ve ürkütücü başka mahlukat. Daha önce gördüğümüz üzere böcekler, pek çok memelinin yeğlediği bir lezzetti. Bu damak zevki, *Morganucodon* gibi ilk memelilere kadar uzanır. Kretase'de bunca yeni böcek varken, memelilerin avantaj kazanması şaşırtıcı değildi. Bu şekilde beslenen memeli gruplarından biri, artık, böceklerdeki sulu besinleri çıkarmak üzere sert dış iskeleti toz haline getirecek biçimde şekillenmiş kendi özel azıdişini savuruyordu.

Bunlar theria memelileriydi: plasentalıları ve keselileri içeren ana grup. Bunların yeni azıdişi tasarımı, başarılarının (daha doğrusu *başarımızın*) anahtarıydı. Kretase Karasal Devrimi'yle başladı, günümüzde de sürüyor. Kusurlu bir azıdişi gibi görünse de, içimizdeki görkemi ve (neredeyse) tüm modern memelilerin görkemini ortaya koymasına yardımcı oldu.

Theria azıdişleri, "tribosfenik"tir. Bu terim, öğütmeyle (sürtünme yani "tribo") ve kırpmayla (kama yani "sphen") alakalı eski Yunanca sözcüklerin birleşimidir. Bu yeni azıdişi, evrimin harika icatlarından biriydi, çünkü isminin ima ettiği üzere, tek seferde iki işleve hizmet ediyordu: öğütme *ve* parçalama.



Tribosfenik azıdişlerin evrimi. Kutu içine alınmış alanlar, her tür için üst ve alt azıdişlerinin çiğneme (oklüzyon) yüzeylerini gösteriyor. Erken dönem memelilerin basit üç zirveli azıdişleri (üstte) değişim geçirip tribosfenik therialarn daha karmaşık azıdişlerine dönüştü. Üst azıdişinin protocone bölgesi, alt azıdişinin altı küspisli havzasına cuk oturur (ortada). Biz insanlarda da bu dişler var (altta)! (Sarah Shelley'nin çizimi)

Hatırlarsınız, multituberculatalar kesmeye yarayan küçük azıdişlerini, öğütmeye yarayan azıdişleriyle bütünleştirmiş, bu türemiş dişler sayesinde diğer Jura ve Kretase memelilerini aşmaları mümkün olmuştu. Theria memelileri daha iyisini yapıyordu: Tek çiğneme hareketinde aynı anda hem kesip hem öğüten azıdişleri geliştirdiler (iki işi de iyi beceriyorlardı). Multituberculataların koca çenesi bunların İsviçre çakısıyken, theria memelilerinde, aynı dişe sıkıştırılmış birden fazla alet vardı.

Tribosfenik azıdişleri, birden fazla evrimsel adımda inşa edildi. Bu azıdişinin temeli, *Morganucodon* gibi ilk Triyas ve Jura memelilerinin azıdişi şekliydi. Yandan bakınca, üç zirveli dağ gibi görünür. Alt azıdişi üzerindeki bu üç küspise therialar üç yeni küspis ekledi. Altı küspis, iki ayrı bölgeye bölünüyordu: dişin ön kısmında üç sivri piramit kümesinin oluşturduğu "trigonid" ve dişin arka kısmında daha narin üç küspisin çevrelediği "talonid" havzası. Bu esnada üst azıdişleri de dönüşüm geçirdi: Dil tarafında yeni bir iri küspis filizlendi. Buna "protocone" deniyor. Çene kapandığında, muadili alt azıdişinin talonid havzasına cuk oturur.

Bu yeni düzenlemenin pek çok faydası vardı. En önemlisi, üst ve alt azıdişleri kavuştuğunda, aynı anda hem kırpıp hem öğütebiliyorlardı. Kırpma işi çoğunlukla, alt azıdişinin ön ucundaki trigonid küspislere bağlanan tepelerde meydana gelirken, öğütme işi, üst azıdişinin protocone bölgesini alt azıdişinin talonid havzasına bastırdığında meydana gelir (tokmak ve havan gibi). Dolayısıyla bu tribosfenik dişler, böcek yeme konusunda öncüllerine kıyasla çok daha becerikliydi. Böcek kabuğu, trigonid sayesinde dilimleniyor, talonid sayesinde yumuşuyor (üstelik hepsi tek çene darbesinde meydana geliyor), böylece theria memelileri, daha fazla böceği daha hızlı yiyebiliyor, sert kabuklu böceklerden daha fazla besin çıkarabiliyorlardı.

Tribosfenik dişler tüm o küspisleri ve çıkıntılarıyla birlikte, daha yüksek uyum gücüne sahipti. Küspislerin boyut, şekil ve konumundaki hafif değişiklikler, yeni bir çiğneme ve ezme aletleri takımı yontabildi, theria memelilerinin daha geniş bir gıda yelpazesinden yararlanmasına, değişen çevrelerine daha hızlı uyum sağlamalarına olanak tanıdı. Tribosfenik memelileri ele alan teknik literatürü okumak, tepelerin, küspislerin, tümseklerin, sırtların ve bunlarla ilişkili oluklaın tekerleme dilinde yolunu şaşırmak demektir. Fakat, bu kadar terime ihtiyaç duymamızın sebebi, tribosfenik dişlerin, diğer memelilerin, dinozorların ya da çoğu hayvanın dişlerinin çok ötesinde, inanılmaz incelikli ve çeşitli olmasıdır.

Theria memelilerin çokyönlülüğü fevkaladedir. Tribosfenik temel planından hareketle çeşitlendiler, temel tribosfenik azıdişi şeklini muhafaza eden böcekçil sorekslerden tutun dilimleyip doğrayan etçil köpeklere ve kedilere, balıkla

beslenen yunuslara, biz dahil hepçil primatlara varana kadar şaşırtıcı sayıda beslenme tarzına sahip modern türleri oluşturdular. Ağzınızı ardına kadar açıp aynada bakarsanız, alt azıdişlerinin ön ve arka kısımlara ayrıldığını, iki kısmın da dış hattında alçak tümseklerin yer aldığını görürsünüz. Bunlar, trigonid ve taloniddir, tümsekler ise küspistir. Bizim dişlerimiz de tribosfenik! İnsanlarda küspisler mütevazıdır, trigonidler ile talonidler inceliklidir; genelci, hepçil beslenme tarzımız için ideal bir düzenek. Fakat, emin olabilirsiniz ki bunlar, böcek yiyen uzak atalarımızın öncülük ettiği atasal tribosfenik tasarımdaki değişikliklerdir. Bir kez daha yenilik, böcek yenen nişten baş verdi. Bu niş, memelilerdeki denemelerin ve çeşitlenmelerin büyük kuluçka ortamıdır.

Tribosfenik azıdişleri aslında Kretase Karasal Devrimi sırasında değil, çok daha önce ortaya çıktı. Açıkça tribosfenik dişlere sahip en eski fosil, *Juramaia*'dır. Liaoning'in yaklaşık 160 milyon yıllık orta ila geç evre Jura Yanliao yataklarında bulunmuş, Ze-Xi Luo ile ekibi tarafından betimlenmiş, ağaçlara tırmanan soreks ebatlı bir hayvandı *Juramaia*. Dolayısıyla theria memelileri belli ki tribosfenik azıdişlerini, memeli evriminin erken ila orta Jura döneminin, hareketsiz-durmak-için-koşturulan* bu çılgın evresinde geliştirdi. Bu dönemde dokodonlar, haramiyidanlar ve multituberculatalar da kendi markaları olan dişleri ve beslenme tarzlarını evrimleştiriyordu. Bu erken dönem memeliler, Jura'daki kaynaklar için birbiriyle rekabet ederken, tribosfenik azıdişi, böcek yiyen minik hayvanlar için faydalı bir gereçti, ama, henüz çığır açacak durumda değildi. Anca on milyonlarca yıl sonra, kapalıtohumlu bitkilerin Kretase Karasal Devrimi sırasında hızla çoğalması, böceklerdeki çeşitlenmenin kıvılcımını çaktı, bir böcek açık büfesi yarattı. Mütevazı, ufak bedenli böcekçil nişlerde geçen bu uzun gebelik süresinin ardından, tribosfenik therialar aniden yeni böcekleri yakalamaya, dilimlemeye, ezmeye yarayan mükemmel bir alet çantası elde etmişti. Therialar çoğalırken, daha ilkel üç küspisli memelilerin sayısı azaldı, nihayetinde nesilleri tükendi.

Erken bir aşamada, Kretase'de başarıyı yakalamalarından çok önce, tribosfenik therialar iki yeni kabileye ayrılmıştı: metatherialar ve eutherialar. Metatherialar günümüz keselilerini ve en yakın fosil akrabalarını içeriyor, eutherialar, plasentalılar (bizim gibi) ve yakın akrabalarını kapsıyordu.

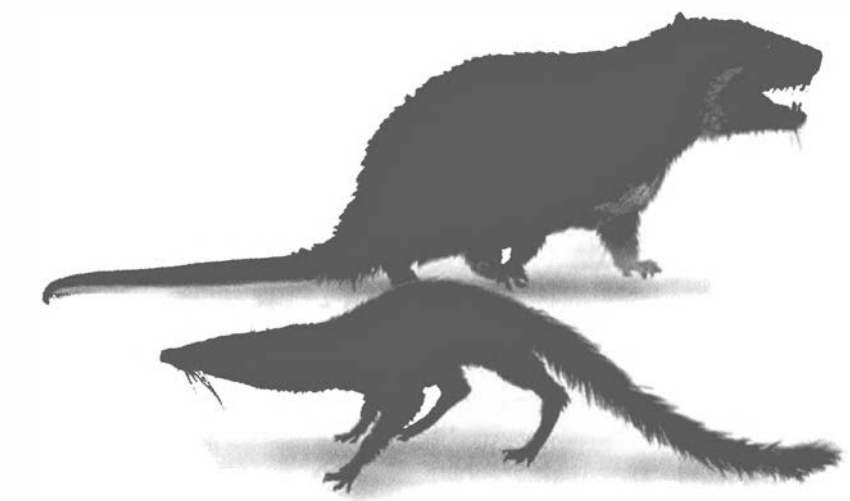
Günümüzde keseliler ile plasentalılar birbirine karıştırılmaz: Kanguru ve koala gibi keselilerin doğurduğu çelimsiz yavrular gelişimlerine çoğunlukla kesede devam ederken, plasentalılar gelişkin yavrular doğurur. Fakat, bu üreme farkları muhtemelen daha ileri bir evrede, metatherialar ile eutheriaların Jura'da yollarını ayırmasından uzun süre sonra belirdi. Kurucu metatherialar ve eutherialar fevkalade benzer görünür. Liaoning numunesi *Sinodelphys*'le ilgili inişli

---

* Aynı adlı U2 şarkısına gönderme: Running to Stand Still. *–y.h.n.*

çıkışlı fikir tartışmaları bunun örneğidir. En başta Luo ve ekibi, bu canlıyı en eski metatheria olarak betimledi, ama başka araştırmacılar ilkel eutheria tanımı getirmişti. Erken dönem therialarını birbirinden ayırt etmek gerçekten güçtür, çünkü hepsi birer tüysıklet ağaç tırmanıcısıdır. Tribosfenik dişleriyle böcekleri kıtır kıtır yerler. İlk metatherialar ile eutherialar arasındaki yegâne fark, diş sayısındaki minik farklar ve bebeklik çağı dişlerinin yetişkinlik çağı dişlerine dönüşme şablonudur. Fosillerde bu özellikleri ayırt etmek çoğunlukça güçtür.

On milyonlarca yıl sonra, Kretase Karasal Devrimi sırasında, eutherialar ve metatherialar nihayet ayrıştı. İki kavmin de üyeleri Moğolistan'ın geç Kretase kum tepelerinde, vahalarında ve ırmak kenarlarında mevcuttu, hâlâ çok yaygın olan multituberculataların yanı başında yaşıyorlardı. Bunların ilk fosilleri, Andrews'un 1920'lerde yaptığı seferlerde bildirildi, ancak, daha sonra hem Zofia'nın ekipleri hem Amerikalılar çok daha iyi durumda olan kafatasları ve iskeletler buldular. *Zalambdalestes*, tipik bir Gobi eutheriasıdır. Gerbil büyüklüğündeki bu kürk yumağı, uzun bacakları üstünde koşturur, böceklere sinsice sokulur, uzun ağzıyla onları kapar ve tribosfenik dişleriyle mideye indirirdi. *Deltatherium*, metatheriaların temsilcisidir. *Zalambdalestes*'le aşağı yukarı aynı büyüklüktedir, ama görünüş ve haraket bakımlarından çok farklıdır. Kafası kayısıdan çok büyük olmasa da *Deltatherium*'un kocaman çene kasları, delici iri köpekdişleri, iri üst ve alt azıdişleri vardı. Dişlerindeki talonid havzaları daralmıştı, ama bıçağa benzeyen kesici küspisler ve tepeler genişlemişti. Adaptasyon yetisi yüksek tribosfenik azıdişlerini alıp bunları giyotine çevirmişlerdi; amfibi, kertenkele ve büyük ihtimalle başka memeliler gibi ufak



Zalambdalestes ve *Deltatheridium*

omurgalı avların etini dilimleyebiliyorlardı. Bitki bazlı beslenme tarzlarından ötürü multituberculatalar muhtemelen bilhassa lezzetliydi.

Kretase sonuna gelindiğinde, daha ilkel dişlere sahip başka memelilerin sayısı azalırken, multituberculataların da theriaların da işi rast gidiyordu, ayrıca muzaffer bir sıçrayışla kuzey kıtalarına yayıldılar. Peki, güney toprakları, yani belirmekte olan Afrika, Güney Amerika, Avustralya, Antarktika ve Hindistan kıtaları hakkında ne demeli? Belki de multituberculatalar ve therialar Kretase'de bu topraklara hiç ayak basmadı; makul bir senaryo, çünkü Jura ve Kretase sırasında eski Pangea'nın kuzey ve güney kesimleri, birbirini iten iki mıknatısmışçasına giderek uzaklaştılar. Kretase Karasal Devrimi zamanına gelindiğinde, kuzey ile güney arasına ekvatorda geniş bir su kütlesi girmişti. Buna Tetis Denizi denir.

Gobi Çölü, Avrupa adaları ve Kuzey Amerika'nın taşkın ovaları, onlarca yıl boyunca Kretase memelilerine dair sırları ortaya dökerken, güney hayvanları hakkında çok az şey biliniyordu. Derken 1980'lerde ve 1990'larda göz kamaştırıcı fosiller boy gösterdi: Yalnızca bir avuç diş ile çeneden ibaretlerdi ama bir tuhaflık vardı. Belki de kuzey numunelerinin önyargısıyla donanmış paleontologların gözüne öyle görünüyorlardı. Bu güney dişlerinin bazıları, bitki yiyicilere aitti, ama kıvrımlı diş minesine sahip uzun azıdişleri, multituberculatadan ziyade minik bir at dişine benziyordu. Daha da kafa karıştıran husus şuydu: Trigonidli ve talonidli başka azıdişleri, tribosfenik gibi görünüyordu, ama, küspislerin şekilleri ve konumları olağan değildi. Bunlar multituberculata ve theria mıydı, yoksa tamamen başka bir şey miydi?

***

John Hunter belki de Edinburgh Üniversitesi'ni terk eden en ünlü ikinci isimdir. Bu listede Charles Darwin'in önüne geçmek zor. Darwin 1820'lerde burada başladığı tıp öğrenimini sürdüremedi. Kandan tiksinmesi, babasının onu doktor yapma planı için ölümcül bir kusurdu. Her güz dönemi, evrim dersime giren birinci sınıf öğrencilerine, mezuniyete kadar dayanacak olurlarsa Darwin'i geçeceklerini anlatıyorum.

Darwin gibi Hunter için de işler sonradan yoluna girdi. 1754'te okulu bırakmasının ardından, bir hedefi olmayan genç insanların ezelden beri yaptığını yaptı: Donanmaya katıldı. Hizmetliden, denizciye, sonra as subay rütbesine hızla terfi etti. Müteakip onlarca yılda, Britanya dalgalara hükmederken daima maceranın ortasındaydı. Yedi Yıl Savaşları'nda Fransızlarla çarpıştı, yolu Batı ve Doğu Hint Adaları'na düştü, en az bir kez Arktik Okyanusu'nu aştı, Amerikan Devrimi sırasında birkaç çarpışmaya katıldı. Britanyalılar Yorktown'da Washington'ın kuvvetlerine teslim olduktan sonra, mahkûmları Amerikan kolonilerine süremez olmuşlardı, dolayısıyla yeni bir plan gerekliydi. Böylece 1787'de Birinci Filo, en

yeni kolonilerinden birinin uzak kıyılarına, Avustralya'ya doğru yola koyuldu. Gemilerin altısında mahkûmlar taşınıyordu. Üçüne erzak yüklenmişti. İki gemi de donanma kuvvetiydi. Refakatçi gemilerden biri olan HMS *Sirius*'un kaptanı Hunter'dı.

Hunter Avustralya'dan hoşlandı hoşlanmasına, ama burayla ilişkisi karışıktı. Filo 1788 başında menzile ulaşıp yeni memleketlerinin vaat edilenden fevkalade daha az davetkâr olduğunu gördüklerinde, Hunter, Avustralya'nın tehlikeli güneydoğu kıyısında konuksever bir mevki bulmak için yola koyuldu. Parramatta Irmağı'nı inceledi. Korunaklı bir körfeze dökülen başlıca ırmak koluydu. Erişimi kolaydı. Etrafında bol bol talı su, bereketli toprak vardı. Sydney adını verdikleri bu mevki, mahkûmların sürgün yerinin merkezi olacaktı. Hunter İngiltere'ye çağrılıp bir koşu Britanya Kraliyet Donanması'nın gözde eğlencesi olan Fransızlara karşı savaşta yer aldıktan sonra, Avustralya'ya dönmek için başvuruda bulundu. Bu sefer gemi kaptanı olarak değil, Yeni Güney Galler kolonisinin valisi olarak. Yetkisi onaylandı. 1795'te görevine başladı. Uzun sürmeyecekti. 1799'da görevinden azledildi. Rüşvet yiyen askerî yetkililerin mahkûmlarla işbirliği yapıp içki kaçakçılığı yapmalarının önüne geçememişti; sabotajcılar bu ticaret sayesinde müthiş kâr elde etti, ki daha sonra gerilim tırmanıp isyana dönüşecekti.

Hunter beceriksiz bir politikacıydı, en azından kısmen, çünkü asıl tutkusu başkaydı. Darwin gibi Hunter da hevesli bir doğa bilimciydi. Denizci olarak konakladığı yerlerden yararlanarak, bütün dünyada bitkileri, hayvanları gözlemledi. Valiliği döneminde İngiltere'ye muntazaman hayvan derileri ve botanik numuneleri gönderirdi. Her yeni nakliyatla birlikte Avustralya'da özgün bir bitki örtüsünün ve hayvanlar aleminin var olduğu iyice netlik kazanıyordu. Avrupa'nınkinden ya da Yeni Dünya'nınkinden oldukça farklıydı. Ada kıta (öteki büyük kara kütlelerinden uzaktı), kendi başına bir ekosistemdi. Pek çok memelisi, aciz, minik yavrular doğuruyordu. Bunları keselerinde büyütüyorlardı. Avrupa'nın bilindik tilkilerinde, porsuklarında, farelerinde görülmemiş bir yavru yetiştirme tarzıydı. Avustralya'nın kimi kürklü hayvanlarının bundan da tuhaf olduğu görülecekti.

Hunter 1797'de bir gün, muhtemelen rüşvetle savaşması gerekirken, Sidney'in kuzeyindeki Yarramundi Lagünü'nde Avustralya yerlisi bir avcıyı hipnotize olmuşçasına izliyordu. Adam gözünü koyu kahverengi kürklü, marmot ebatlı bu hayvana dikmişti. Nefes almak için defalarca sudan dışarı çıkmasını gözlüyordu. Derken, yaklaşık bir saat bekledikten sonra, vaktin geldiğine karar verdi. Avcı hızlı bir bilek hareketiyle kısa mızrağını bulanık suya fırlattı. Hayvan koca ellerini ve ayaklarını çırparak uzaklaştı. Vali Hunter afallamıştı. Gördüklerini daha sonra kağıda çizdi. Aklına gelen en iyi tasvirle çizimine başlık koydu:

"Köstebek benzeri amfibi hayvan." Gerçi köstebekten çok daha iriydi, elleri ve ayakları perdeliydi, pençeleri keskindi, kuyruğu kunduz gibi kısaydı, enliydi. Ancak, yüzü ördeğe benziyordu. Diş yerine gagası vardı. Gerçekte köstebeğe pek benzemiyordu. Fakat, neydi bu?

Hunter sonunda bu hayvanlardan birini yakalamayı başardı. Çözelti dolu bir fıçıya koyarak İngiltere'ye gönderdi. Newcastle'a ulaşan numune sansasyon yarattı. Kısmen memeli, kısmen kuş, kısmen sürüngen, kısmen balık gibi görünüyordu. Tüylü kürkü, ben memeliyim diye bağırıyordu bağırmasına ama meme bezleri yoktu, üstelik yumurtladığı söylentileri kol geziyordu. Hiç de memelilere özgü olmayan bir üreme biçimi. Avustralya Yerlileri bu bilginin doğruluğuna (ve uzun süredir tanıdıkları, ördek-sıçan melezi saydıkları bu hayvanın, kuş gibi yuva kurduğuna) yemin ediyorlardı, ama İngiliz bilim alemi buna inanmayı reddetti. Papazlığı bırakıp müze küratörlüğüne başlamış olan George Shaw, Hunter'ın numunesini 1799'da tanımlayıp "platypus" (ornitorenk) adını verdiğinde, bunu gerçek hayvan sayacak kadar kendinden emin değildi. Pek çok insan gibi o da bunun bir hile olduğunu düşünüyordu: Hilekârların pek çok ayrı hayvandan parçalar dikerek yarattıkları bir Frankenstein.

Britanyalılar doğu Avustralya topraklarını daha fazla keşfettikçe, yerleşimcilerin gördüğü ornitorenk sayısı arttı. Artık yadsıyamazlardı: Bu hayvan gerçekti. Irmakları, gölleri mesken tutuyor, perdeli ellerinin itiş gücüyle suda kayarak ilerliyor, kuyruğunu dümen niyetine kullanıyordu. Karnı daima açtı. Yaklaşık yarım dakika su altında kalabiliyor, ağız dolusu karidesle, solucanla, kerevitle su yüzeyine çıkıyordu. Yüzyılı aşkın süre sonra, araştırmacılar, hay-



Ornitorenk, Tasmanya'da bir derede ellerini, ayaklarını çırparak yüzüyor. (fotoğrafı çeken Klaus via Flickr)

vanın gagasının on binlerce reseptörle bezeli bir alarm sistemi olduğunu, hem hareketi hem elektrik sinyallerini duyumsadığını kanıtlayacaklardı. Bu şekilde ornitorenk, görme, koku ve işitme duyularını kapatıp suya dalabiliyor, gagasıyla çamurlu dibi tarayabiliyor, gizlenen avlarını duyumsayabiliyordu. Yerleşimciler, ornitorenkin ara sıra kıyıya çıktığını, uzun ve keskin pençeleriyle toprakta oyuk açtığını fark etti. Pençesi, bahçe tırmığı dişleri gibi perdeliydi. Oyuklar hayvanın dinlenme yeriydi, ayrıca belli ki aynı zamanda dişi ornitorenklerin yavru yetiştirdiği mekanlardı. Erkekler (babalık yapan tipler değillerdi), ayak bileklerinde mahmuzlara sahipti. Bunlar, çiftleşme mevsiminde başka erkeklere üstünlük kurmaya yarayan zehir kanallarıdır. Ardından, dişilerin yanından ayrılırlar, böylece dişiler yavrularla baş başa kalır.

Ornitorenkin tam olarak ne olduğunu anlamanın anahtarı, işte bu gizemdi (dişiler nasıl ürüyor, yavrularını nasıl besliyor?). Tuhaf bir memeli mi, yoksa başka bir şey mi? Neredeyse yüzyıl boyunca savlarda gedik açılamadı, çoğunlukla da çirkin nitelikteydiler. Hikâyemizde ismini şimdiden defalarca gördüğümüz huysuz Richard Owen dahil dönemin Avrupalı doğa bilimcilerinin ve anatomi uzmanlarının pek çoğu bu işe dahil oldu. İki husus ihtilaflıydı. Ornitorenkler yavrularını sütle mi besliyordu? Bu durum, memeli olduklarına işaret edebilirdi. Ayrıca, acaba yumurtluyorlar mıydı? Bu da memeli tanımı aleyhine bir darbe olurdu.

Tahmin edebileceğiniz üzere, Owen'ın, Avustralya Yerlileri'nin yumurtlayan ornitorenk iddialarına tahammülü yoktu. Memeli olduğuna emindi. Onun gözünde gün gibi açıktı: Memeliler doğurur. Dolayısıyla, Britanya Kava Kuvvetleri'nden teğmen Lauderdale Maule 1831'de bir anne ile iki dişi yavrusunu yuvalarından kapıp annenin karnındaki açıklıklardan süt fışkırdığını bildirdiğinde, Owen neşeyle yanıt verdi. Fakat, Maule yuvada yumurta kabuğu kalıntılarının varlığından dem vurduğunda ve başka araştırmacılar da bir dişinin iki yumurta yumurtladığına dair gözlemlerini bildirdiklerinde, Owen dudak büktü. Bu doğal doğum değildir diye küçümsedi; dişi, korkudan ötürü gebeliğini sona erdirmiş olmalı diyordu. Bir bilim insanının, önyargılarından ve kişisel hınçlarından ötürü sağduyuyu hiçe saymasının hazin bir örneği. Kraliyet ailesiyle hoşça vakit geçirmekle meşgul bir Londralı olarak, hiç kanlı canlı bir ornitorenk görmediği halde, yerlilerin bu hayvanla olan binlerce yıllık deneyimini görmezden gelmesi de cabası.

Nihayetinde, ornitorenkin yumurtladığını herkes kabul etmek zorunda kalacaktı. Seksen yaşındaki Owen'ın 1884'te, William Caldwell adlı genç zoologun iğrenç raporuna onay vermesi, ölüm döşeğinde yapılan itiraflara benziyor. Caldwell iki aylık zaman zarfında 150 Avustralya yerlisini işe koştu, bulabildikleri kadar ornitorenkle yine yumurtladığı düşünülen tuhaf bir Avustralya

hayvanını, dikenli ekidneleri katletmelerini istedi. Emperyalist bilimin en kötü hali: Yaklaşık 1.400 hayvan itlaf edilmiş, Avustralya Yerlileri korkunç bir muameleye maruz kalmıştı. Bu kıyım sırasında Caldwell, tam o an yumurtlayan gebe bir dişiyi bizzat vurdu. Yumurtalardan biri cesedin yanı başındaydı, öteki ise hâlâ rahmindeydi.

Artık aşikârdı: Ornitorenk ve ekidne, özgün canlı türleriydi. Kuş ya da sürüngen gibi yumurtluyor ama memeli gibi yavrularını emziriyorlardı. Bunlara "monotrem" ismi veridi (Yunancada "tekdelikli" hayvan demektir). İdrar, dışkı boşaltma ve üremeye yarayan çok-amaçlı tek bir vücut açıklığına atıfta bulunur. Bu tanıma ulaşıldığında Darvinci evrim artık yaygınlıkla kabul görmüş, anatomi uzmanları, tekdeliklilerin neyi temsil ettiğini anlamışlardı. Bunlar sıradışı memelilerdi; keseliler ve plasentalılar kadar "ileri" değillerdi; "sürüngen" atalarından aldıkları pek çok ilkel özelliği kaybetmemişlerdi (mesela yumurtlamak); ama kendilerine has özellikler de geliştirmişlerdi (mesela duyusal-reseptör gagalar). Yalnızca Avustralya'da ve Yeni Gine'de yaşıyorlardı. Dünyanın küçük bir bölgesiyle sınırlı kalmışlardı. Başka vahşi yaşam alanlarının hiçbirinde canlı bir tekdelikli ya da yumurtlayan memeli görülmemişti.

Bir gizem çözülmüş, başka bir gizem doğmuştu: Evrim bağlamında, tekdelikliler nereden çıkmıştı? Ornitorenklerin ve ekidnelerin yetişkinlikte dişten yoksun olması, bu muammayı daha da güçleştirdi, çünkü anatomi uzmanları, dişler üzerindeki incelikli küspisleri ve tepeleri karşılaştırarak, uzun süre önce memelilerin aile ağaçlarını inşa etmişlerdi. Aslında işin sırrı, yavru ornitorenklerin çenesinde saklıydı. Yavrular kısa süreliğine diş çıkartırlar, ardından bu dişler tekrar gaganın içine alınır. Yanıt, başka bir gizemin çözülmesine yardımcı oldu: Güney kıtalarına ait Kretase fosil kaydının tribosfenik benzeri o özgün dişlerini hangi memeliler terk ediyordu?

Çıkarımlar, domino taşlarının yıkılması gibi birbirini kovaladı. Birincisi, 1970'lerde Güney Avustralya'da birkaç üst azıdişinin keşfedilmesiydi. Loph denen olağanüstü kalın tepeler üzerinden bağlanan küspisleri vardı. Lophları neredeyse özdeş olan dişler, günümüzde yavru ornitorenklerde geçici süreliğine ortaya çıkıyor. Fosilin (*Obdurodon* denir) dişleri 15 ila 20 milyon yaşındaydı. O dönem için fosil kaydının en yaşlı ornitorenkleriydi. Müteakiben, başka bir *Obdurodon*'a ait alt dişler ile ardından bulunan eksiksiz kafatası, alt azıdişlerinde de loph olduğunu ortaya çıkardı. Şimdi paleontologların elinde ararken kullanabilecekleri bir görüntü vardı: Eski kayaçlarda benzer lophlar taşıyan dişler bulabilirlerse, tekdeliklilerin kökenini daha eskiye doğru sürebilirlerdi.

Büyük keşif 1980'lerin ilk yarısında geldi. Bugünün tozlu taşra kasabası Lightning Ridge'te (nüfusu taş çatlasa 2.000'dir) bir madenci, aşağı yukarı 100

milyon yıllık Kretase kumtaşlarını ve kiltaşlarını elekten geçiriyor, mavi-yeşil kıvılcım saçan cisimler arıyordu. Burası opal taşı çıkarılan başlıca mevkiydi. Madenci aradığını o gün buldu. Bulduğu şey opal taşıydı, ama, küre, kabarcık ya da mücevher olarak kesilmesine kolaylıkla elveren bir biçim taşımıyordu. Bu fevkalade opal taşının uzunluğu aşağı yukarı 2,5 santimdi. Yandan yana düzleşmiş bir çubuktu. Bir ucunda üç pütürlü çıkıntı vardı. Bu çubuk, dentary kemiğiydi; tırtıklı üç yapı, küspisleriyle ve tepeleriyle azıdişleriydi. Memeli çenesiydi bulduğu. Sığ denizin kumlarına gömülmüştü. Çözünmüş, yerini silis almış, sonunda opal taşına dönüşmüştü. Akla gelebilecek en çarpıcı, sıradışı fosillerden biriydi.

Aynı zamanda müthiş önemli bir fosildi. Michael Archer ve çalışma arkadaşları 1985'te bu fosili betimleyip *Steropodon* adını verdiklerinde, birkaç rekor birden kırılmış oldu. *Obdurodon* dişlerinden ve benzer yaşa sahip fosillerden daha eski ilk Avustralya memelisi fosiliydi; dolayısıyla Dinozorlar Çağı'na ait ilk Avustralya ya da Yeni Zelanda memelisiydi. Güney kıtalarının *tamamında* ilk erken Kretase memelisi numunesiydi, çünkü Güney Amerika'da, Afrika'da, Antarktika'da ya da Hindistan'da o çağdan kalma bir şey henüz bildirilmemişti. Hikâyemiz açısından en önemlisi ise, en eski tekdelikli olmasıdır. Bugünün ornitorenk yavrularının ve soyu tükenmiş *Obdurodon*'larının şaşmaz lophlu dişlerine o da sahipti. Bununla da kalmıyordu. Çenenin bir ucundaki boşluk, daha sonra büyük altçene kanalının kenarı olarak yorumlanacaktı; ornitorenkin dentary kemiği içinden geçen, elektroreseptör gagaya canlılık kazandıran yoğun damar ve sinir ağını taşıyan tüp. Dolayısıyla bu minik, parlak fosil, tekdeliklilerin mazisinin çok ama çok eskiye uzandığını kanıtlıyordu.

Steropodon azıdişlerinin kayda değer başka bir özelliği daha vardı. Günümüz yavru ornitorenklerinin geçici ve epey karmaşık dişlerinden hemen anlaşılamayan bir özellik. Bunlar tribosfenikti, en azından Archer ile ekibi o şekilde betimlemişti. Alt azıdişlerinde keskin küspisli bir trigonid bölgesi ile ön uçta tepeleri, arka tarafta ise talonid tarzı bir havza vardı. Fakat, üst azıdişleri bilinmiyordu (hâlâ da bilinmiyor), dolayısıyla protocone'yle donanmış olup olmadıkları net değildi. Oysa bu, havansı tribosfenik tasarımının olmazsa olmaz tokmağıdır.

Sonraki birkaç onyılda paleontologlar memeli peşinde güney kıtalarına yayılmışken, başka yerlerde benzer dişler ortaya çıkmaya başladı. Önce Avustralya'nın güneydoğu ucunda, Victoria Eyaleti'nde bulundu. Paleontolojinin süperstar çifti Tom Rich ve Pat Vickers-Rich (aynı zamanda evliler), *Ausktribosphenos* adını verdikleri türün aşağı yukarı bir buçuk santimlik narin çenesine ulaştıklarını bildirdiler. *Steropodon* gibi Kretase'nin erken evrelerinden kalmaydı. John Flynn (New York'taki yüksek lisansım sırasında danışmanlarımdan biriydi) ve ekibi Madagaskar'da bir şekilde bir alt çene kalıntısı saptadılar. Yaklaşık iki buçuk

santim uzunluktaydı, üzerinde üç de diş vardı. Buna *Ambondro* adını koydular. Avustralyalı türden çok daha yaşlıydı. Orta Jura'dan kalmaydı. Yaklaşık 170 milyon yaşındaydı. Aynı zamanda elinde bir de rekor tutuyordu: O zamana dek Madagaskar'da bulunmuş en eski memelinin yaşını ikiye katladı. Avustralya gibi Madagaskar da bir ada diyarıdır. Eşsiz hayvanlarıyla gösteriş yapar, ama memeli sicili korkunçtur. Birkaç yıl sonra, bu sefer Arjantin'de başka bir Jura çenesi gün yüzüne çıktı (*Asfaltomylos* adı verildi).

Bu memeliler de neydi? Fosillerinin neredeyse gülünç denecek bir noksanlığı vardı; 70 milyon yıllık zaman zarfını kapsayacak şekilde güney topraklarının binlerce kilometresine yayılmış, çoğunlukla kırık dökük bir avuç alt çene ve birtakım dişler. Benzer şekilde, ne şanssızlıktır ki, çok önemli üst azıdişleri her zaman noksandı. Yaslanabilecek pek bir şey yoktu. *Steropodon*'un açıkça tekdelikli akrabası olduğu gibi, bunların da hepsi tekdeliklilerle akraba mıydı? Belki de bazıları theriaydı? Nihayetinde, alt azıdişleri tribosfenik gibi görünüyordu. Rich çifti, bu eski türler ile günümüz kirpileri arasında bağ olduğunu sürecek kadar ileri gitti. Olası pek çok soykütük açıklamasından biridir.

Zhe-Xi Luo ve Zofia Kielan-Jaworowska'yla tanışalım; daha önce bahsettiğimiz memeli uzmanlarımız. Nice Liaoning ve Gobi fosilini incelediler. Şimdi Amerikalı meslektaşları Richard Cifelli'nin de katılımıyla birlikte çalışıyorlardı. Bu üçlü toplamda onlarca yıl boyunca memeli dişlerinin tepelerini, vadilerini mikroskopla inceledi. Güneyli hayvanların dişlerine baktıklarında, yerine oturmayan bir şey gördüler. Alt azıdişleri, ön ve arka kısımlara ayrılmıştı, evet, bunlara trigonid ve talonid demek için yeterliydi. Fakat aynı incelemeyi adli tıp yöntemleriyle yaptıklarında theria memelilerinin trigonidlerinden ve talonidlerinden azıcık farklı olduklarını gördüler. Luo, Zofia ve Rich, bu muammayı berraklaştırmak için, devasa bir memeli dişi veri kümesi kurdular, güneyli azıdişlerinin en iyi bilinen temsilcileri dahil. Ayrıca *Morganucodon* gibi üç küspisli azıdişine sahip ilkel türlerden, eutheria ve metatheria soylarına mensup hem fosil hem modern therialara, ve nihayet tekdeliklilere kadar her şeyi dahil ettiler. Her diş, diş anatomisinin düzinelerce ayrıntılı özelliğine göre değerlendirmeye alındı; küspislerin, tepelerin, lophların mevcudiyetine, boyutuna, şekline ve konumuna göre tanımlandı. Veri kümesi, türemiş benzerliklere sahip türleri gruplandırarak aile ağaçları kuran bir bilgisayar algoritmasına yüklendi. Sonuçlar sarsıcıydı.

Güneyli dişler, therialarla aynı gruba girmemişti. Bunun yerine *Ausktribosphenos* ve *Ambondro* gibi güneyli türler, tekdelikli soy dalı üzerinde, *Stropodon*'la aynı kümedeydi. Böylece daha geniş bir "tekdelikli kök grubu" meydana getiriyorlardı. Luo'nun ekibi bunları, "güneyli kamalar" anlamında australosphenida olarak adlandırdı.

Başka bir deyişle, tribosfenik dişlerin iki tipi eşdeğer değildir. Theria versiyonu ve tekdelikli versiyonu vardır. Birbirlerinden bağımsız olarak evrimleşmişlerdir. Muhtemelen ikisi de orta Jura sırasında benzer sebeplerle ortaya çıktı: kesme kabiliyetini artırmak, belki bir parça da öğütme işlevi katmak. Theria versiyonu kuzeyde evrimleşti. Keseli ve plasentalı öncüllerine, Kretase Karasal Devrimi sırasında çoğalma imkanı tanıdı. Günümüzde de uyum gücü yüksek bir diş tasarımı olarak varlığını sürdürüyor, kendi ağzımızdaki dişler dahil. Tekdelikli versiyonu ise güneyde evrimleşti. Jura ve Kretase sırasında ekvatorun altında yayılmış gibi görünüyor, ama ilerleyen süreçte gözden yitti. Yegâne kalıntısı, ornitorenk yavruları yuvadan ayrılırken parçalanıp dağılmış hayalet dişlerdir.

Aile ağacında kayda değer başka bir şey daha vardı: Therialarla australosphenidalar arasındaki mesafe oldukça genişti, aralarına pek çok başka memeli soyu girmişti. Australosphenidalar ağacın köküne yakındı. Dokodonlardan çok uzaklaşmamışlardı. *Morganucodon* gibi geç Triyas-erken Jura türlerinin birkaç basamak üstünde yer alıyorlardı. Öte yandan therialar, ağacın tepesini oluşturuyordu. Günümüzde hem tekdelikliler hem therialar varlıklarını sürdürüyor, ama aralarına, soyu tükenmiş sayısız soy yuvalanmıştır; multituberculatalar gibi artık varlığını devam ettirmeyen, çıkmaz sokak tabir edilen nice grup.

Bu sonuçların ima ettiği şey, bana bir parça tüyler ürpertici geliyor. Tekdelikliler, en azından orta Jura'ya uzanan uzun bir soy ağacının ürünüdür. Bir zamanlar gezip tozan güneyli kavimden arta kalanlardır. Varlıklarını devam ettirmeleri mucizeden farksızdır. Alternatif bir tarihi gözünüzde canlandırabilirsiniz. Tekdelikliler soyunun Kretase'de kırpıldığı, ornitorenk ile ekidnenin yok olup gittiği, memeli evriminin erken dönem kalıntılarına göz gezdirme imkanını elimizden alan bir tarih; o zaman toprakta oyuk açan bu kürklü canlıların ne yumurtladığını ne de karınlarından süt salgıladıklarını bilecektik. Bir diğer alternatif: dokodon ya da multituberculata neslinden gelen bir damarın bir şekilde dünyanın ücra bir köşesinde günümüze kadar ulaşabilmiş olması. Bu haliyle, ornitorenk ve ekidnenin varlığına şükran duymalıyız; mahallelerine pahalı binalar dikilirken kendi eski dairelerinden vazgeçmeyen yaşlı çiftin zooloji eşdeğerleri.

Burada hakkında yazdığım şey, gelişme evresindeki bir hikâyedir, çünkü güney kıtalarına ait Jura ve Kretase memeli fosilleri hâlâ son derece nadir. Fakat, fosiller var, bulunacaklar. Yakın tarihli birkaç keşif bunu kanıtlıyor.

Bunlardan biri, Madagaskar'dan *Vintana*'dır. David Krause ile ekibi 2014'te buna, Madagaskar dilinde şans anlamına gelen bir isim koydu. Gelecekteki başarıları müjdeleyen bir buluntuydu. Daha önce dikkat çektiğim tuhaf at benzeri dişler gibi muammalara nihayet ışık tuttu. Yıllar boyunca paleonto-

logların elinde sadece, güney topraklarında bulunmuş bölük pörçük parçalar vardı: mükerrer öğütme hareketinden ötürü çoğunlukla yıpranmış, oklüzyon yüzeyinin kalın minesinin karmaşık katmanlarına sahip uzun, dayanıklı azıdişi parçaları. Gondvanatheria denen kendi gruplarına giriş yapıyorlardı. Bu memelilerin bitki yediği açıktı. Multituberculatalardaki gibi geriye doğru çiğneme hareketinden faydalanıyorlardı. Dişteki yıpranma buna işaret ediyor. *Vintana*, gondvanatheriaların güçlü ısırığa sahip koca gözlü, çevik vejeteryanlar olduğunu göz önüne serdi. Geniş elmacık kemikleri, azıdişlerini birbirine sürten kasları destekliyordu; Krause'nin 2020'de iskelete bitişik kafatasıyla temsil ettiği *Adalatherium* adlı yakın akraba türe dair betimlemesi, bu imgeyi doğruladı. Bu gondvanatherialar kendi başına bir gruptu, ancak, aile ağacında multituberculatalara yakın konumlanmışlardı. Esasen, multituberculataların uzun süredir yitik güneyli kuzenleriydiler, kapalıtohumlu bitkilerin mideye indirildiği benzer bir nişi dolduruyorlardı.

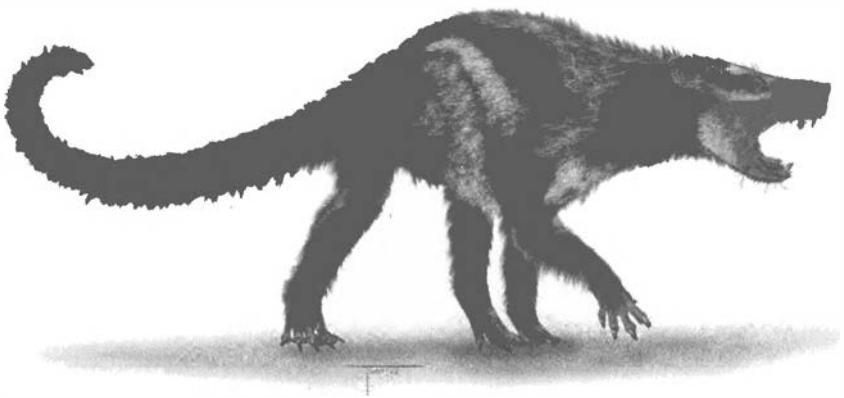
Kretase sırasında başarıyı yakalamış güneyli memelilere ait başka bir grup daha vardı: dryolestoidler. Bunlar, keselilerin ve memelilerin yakın akrabasıdır, ama theria sayılmazlar, çünkü tribosfenik azıdişleri yok. En eski dryolestoidler, Kuzey Amerika'nın ve Avrupa'nın Jura kayaçlarında boy gösteriyor, fakat, cidden çoğaldıkları yer, Kretase'de Güney Amerika'ydı. Guillermo Rougier ve çalışma arkadaşları 2011'de *Cronopio* adını verdikleri yeni bir türün keşfini duyurdu. *Cronopio*, ağız kısmı uzun, ezici köpekdişleri genişçe, baş kaslarının tutunabileceği derin çöküntüler taşıyan iki kafatasıyla temsil ediliyordu. Hayvan, keskin küspisli dişleriyle ısırırken, bu kaslar sayesinde çenesini döndürebiliyordu. Muhtemelen böcek yiyordu, ama, kuzeyli therialardan ya da güneyli tekdelikli tribosfenik taklitlerinden farklı bir tarzla.

Yaklaşık 66 milyon yıl önce Kretase sonunda durum buydu. Memeliler her yerdeydi, gerçi hâlâ ufaklardı. Yaklaşık dokuz kilo gelen *Vintana*, uzak ara en irileriydi; yine de tiranozor ya da et yiyen başka dinozorlar için kolay lokmaydı. Therialar ve multituberculatalar Asya'nın ortasından Kuzey Amerika dağlarına ve Avrupa'nın adalarına, kuzey topraklarına yerleşmişti. Bunlar arasında, tribosfenik dişleriyle böcekleri mideye indiren böcekçiller (eutherialar), çiçeklerle, meyvelerle ve kapalıtohumlu bitkilerin başka kısımlarıyla kendine ziyafet çeken otçullar (multituberculatalar), değişim geçirmiş keskin azıdişleriyle kasları, sinirleri yaran tuhaf etçiller (metatherialar) vardı. Güneyde, Tetis Denizi'nin berrak mavi sularında, benzer roller üstlenmiş başka memeliler yaşıyordu: tribosfenik azıdişlerinin karbon kopyasına sahip böcekçil tekdelikliler soyu (australosphenidalar); uzun ağızlı başka böcekçiller (dryolestoidler); otçullar (gondvanatherialar).

Alev alev bir kıvılcım kuzeyden güneye bütün göğü aydınlattığında tüm bu türler mevcuttu. Başlıca memeli gruplarının hepsi en azından bir süreliğine hayatta kaldı. Fakat, hiçbir şey eskisi gibi olmayacaktı.

BEŞİNCİ BÖLÜM

DİNOZORLAR ÖLÜYOR, MEMELİLER HAYATTA KALIYOR



Ectoconus

Saha çalışmasının açıklanamaz belirli kuralları var. Dev iskeletleri ille son gün, toplayacak vaktiniz kalmadığında bulursunuz. Birkaç saattir nafile aramışsanız, tuvalet molası verin. Tam da çömeldiğiniz yerde hoş bir kafatası ya da çene bulmanız kaçınılmaz. Üstelik en iyi fosilleri çoğunlukla öğretmenler değil, öğrenciler bulur.

Bu son kural, New Mexico çorak topraklarında 2014'teki saha çalışmamızda doğruluğunu gösterdi. Mayıs ayında on gün boyunca ekibimiz Chaco Kanyonu'nun hemen kuzeyindeki Four Corners bölgesinin şekerleme desenli tepeciklerini, dere yataklarını taradı. Bin yıl önce eski Pueblo halkı burada büyük bir şehir inşa etmişti. Günümüzde Navaho kabilesi nazarında kutsal topraklardır. Bir sabah, Kimbeto adlı kuru bir çay yatağındaydık; "atmaca pınarı" anlamına gelir. Burada 65,6 milyon yıllık kiltaşları fosille dolup taşar. Kavrulmuş zeminden mantar gibi biterler. Keskin gözlü birinin çekip çıkarmasını beklerler.

Üniversite birinci sınıfı henüz günler önce bitirmiş olan Carissa Raymond, ekibimizin nice üyesinden biriydi. Nebraska Üniversitesi takımındaydı. Profesörü Ross Secord onu saha asistanı olarak görevlendirmişti. O aşamada henüz paleontoloji dersi almamıştı, ama Ross'un jeoloji dersinde öyle başarılı olmuştu ki, Secord, Carissa'ya fosil toplama işinde şans tanıdı. Güneşin kavurduğu o sabah hepimiz Kimberto'ya yayılmıştık. Carissa'nın kızıl renkli Cornhuskers tişörtü, masmavi gökyüzü fonunda fener gibi göze çarpıyordu. Gözü yerde dolaştığını en az yarım mil öteden görebiliyordunuz. Deneyimli kemik avcılarının, çölde çalışırken soluk renkli giyinme numarasını henüz öğrenmemişti. Fakat, nereden bilsin? İlk fosil avı seferindeydi.

İlk birkaç gün Carissa için işler pek iyi gitmedi. Işığın fosil dişte yarattığı parlaklığa ya da çamurdan çıkıntı yapan çene kemiği şekline gözleri henüz alışmamıştı. Bu işler zaman alır. Öğretmesi kolay değildir. Bu içgüdüleri, deneyim vasıtasıyla elde etmek zorundasınız; bu da saatlerce çabaladıktan sonra eliniz boş kalınca hüsrana uğramak, derken işlerin rayına girmesi, fosillerin adeta kayaçlardan havaya yükselmesi anlamına gelir. Öğrenci bu nirvanaya ulaştığında (genç gözleriyle ve coşkusuyla birlikte), usta fosil bulucuya dönüşebilir.

Carissa'nın parlayacağı an bugündü. Engebesiz zemin üzerinde bir tepeyi aşarken, ufukta dik uçurumun erozyonla yıpranmış sıra sıra siyah, tunç rengi, kırmızı kayaç şeritlerine bakıyordu. Derken gözlerini çöl zeminine çevirdi. Kuru çamur çatlayıp altıgen şekiller oluşturmuştu. Rüzgârın taşıdığı taşların tozuyla kaplıydı. Dikkatli olmazsanız bu taşlar ayağınızı kaydırabilir. Carissa gözleriyle yüzeyi tarıyordu. Taş, taş, yine taş.

Derken farklı bir şeye denk geldi. Parlak. Siyah, ama, kıvamlı, koyu bir siyah. Hem de tuhaf bir şekil. Sonra bir tane daha, sonra bir tane daha. Sıra

sıra. Bunlar taş değildi; fosildi! Fosil dişler: Bir sıra diş, çeneyi oluşturuyordu. Büyük dişler, Lego parçalarına ya da mısır tanelerine benziyordu. Paralel dizilmiş, keskin yarıklarla ayrılmış, çekirdek benzeri üç küspis sırası görülüyordu.

Carissa uyarı çağrısı yaptı. Ekibimiz Kimbeto'nun dört köşesinden gelip toplandı. New Mexico Doğa Tarihi ve Bilim Müzesi küratörü ve araştırma seferinin başı Tom Williamson en uzak noktaydı, dolayısıyla en son o geldi. Carissa dişleri onun eline tutuşturdu.

"Vay canına! Gözlerime inanamıyorum," diye bağırdı. Nikon fotoğraf makinemin video özelliğiyle çekim yaptığımın farkında değildi.

Tom yaklaşık yirmi beş yıldır bu alanda numune topluyordu. Ansiklopedik bilgisi ve fotoğrafik hafızası sayesinde, hemen her fosile şöyle bir baktığında, ne olduğunu söyleyebilirdi. Ne tip diş ya da kemik olduğunu, hangi canlı türüne ait olduğunu anlayabilirdi. Bir kahini dinler gibi ağzından dökülecek sözleri bekliyorduk.

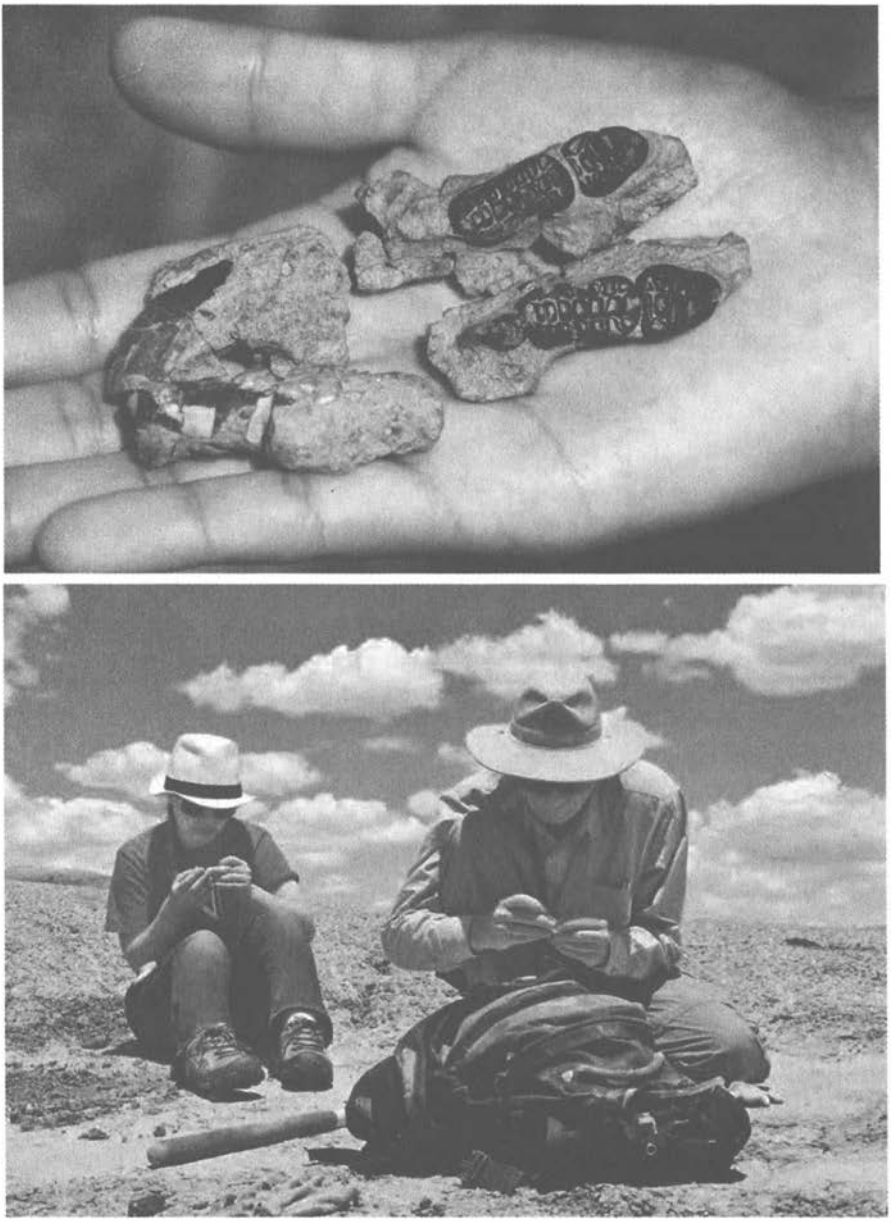
Multituberculata olduğunu söyledi. Kemirgen gibi görünen ama Zofia Kielan-Jaworowska'nın Gobi Çölü'nde düzinelerle keşfettiği kemirgenlerle yakın akraba olmayan otçul grubun üyesiydi. Hepsini bu dişler ele veriyordu. Yalnızca multituberculatalarda, iri küspis sıralı Lego tarzı dişler vardı. Üst ve alt çene dişleri birbiri üstünde kayarken bitkileri toz haline getirmek için bu tip dişler kullanıyorlardı. Belki hatırlarsınız, bu dişler, Kretase sırasında çoğalırlarken, kapalıtohumlu bitkilerin meyveleriyle ve çiçekleriyle beslenip çeşitlenirlerken multituberculataların gizli silahıydı.

Fakat, Carissa'nın bulduğu multituberculatanın tuhaf bir yanı vardı.

Tom, "Kocaman, gerçekten kocaman!" diye devam etti. Kafa karışıklığıyla karışık heyecanı yüzünden okunuyordu.

Zofia'nın Gobi multituberculataları soreks ve sıçan boyutundaydı. Azıdişleri bir penilik madeni para üstüne kolaylıkla sığıyordu. Çoğu Kretase multituberculatası da bu boyut menzilindeydi. Fakat, Carissa'nın fosilinin azıdişleri, el tırnaklarımın yaklaşık iki katıydı, koca başparmağımın uzunluğuna yakındı. Bu, on ila yirmi kiloluk vücut ağırlığına işaret ediyor. En ağır ikinci modern kemirgen olan kunduzun ağırlığı kadardı.

Sonraki bir saat boyunca alanı taradık. Kafanın iki yanından çeneler topladık. Bu kemikler, büyük ve küçük azıdişlerini, ayrıca ön kesicidişleri ve beyni saran üst kafatasının bir parçasını içeriyordu. Albuquerque'deki laboratuvarımıza döndüğümüzde, fosilleri temizleme, yapıştırma, fotoğraflarını çekme, ölçme işine koyulduk. Yaklaşık bir yıl sonra bunları yeni bir tür olarak betimledik: Bulunduğu yere ithafen, *Kimbetopsalis*. Telaffuzunun azıcık zahmetli olduğunu düşündüğümüzden bir lakap taktık: İlkel Kunduz.



Kimbetopsalis, "İlkel Kunduz:" fosil kafatası ve dişler (üstte). Carissa Raymond ve Ross Secord 2014'teki keşfin hemen ardından fosil topluyorlar (altta). (fotoğrafları çekenler, sırasıyla, Tom Williamson ve Steve Brusatte)

Olayın şokunu yaşayan Carissa, basın yayının gösterdiği büyük ilgi sırasında gazetecilerden birine "Harika olduğunu biliyordum, ama bu kadar harika olduğunu bilmiyordum," dedi. National Public Radio'da onunla söyleşi yaptılar, *Washington Post*'a haber oldu.

Bu makalelerde sık sık Tom'dan da alıntı yapıldı. Bir gazeteciye, "Keşke ben bulsaydım," diyerek içini döktü. Buna hiç şaşırmadım, çünkü Tom ve ikiz oğulları Ryan ile Taylor (hafta sonu yaptığımız kamp gezilerinde onları küçüklüklerinden beri fosil bulma konusunda eğittik), her saha çalışması gününün sonunda termos çantanın etrafında toplanır, tortilla cipslerini ve salsa sosunu mideye indirirken, en iyi fosili kim buldu diye tartışırlardı.

Gerçi Tom'un morali bozulmamalıydı, çünkü geçen gün etkileyici bir fosili bizzat kendisi bulmuştu; Carissa *Kimbetopsalis* dişlerini tespit etmese, o sene ödülü bu fosil kazanırdı. Kimbeto'ya ulaşmamızın üzerinden henüz bir saat falan geçmişti ki, sabah Albuquerque'den arabayla gelişimizin ardından kısa bir öğleden sonra keşifi sırasında, Tom, çöl zemininde baş vermiş, taşa pek benzemeyen birkaç çatlak parça fark etti. Yakından inceleyince, yapboz parçası gibi birbirlerine oturduklarını gördü. *Ectoconus* adlı hayvanın humerus kemiğinin (üst kol kemiği) bir parçası olduğunu derhal anladı. New Mexico'nun bu kesiminde çalışan ilk paleontologlardan biri, bu türü 1884'te tanımlamıştı.

Tom beni yanına çağırdı. Ben de Edinburgh'ta doktora öğrencim olan Sarah Shelley'e seslendim (Tom da Sarah'ya uzaktan danışmanlık yapıyordu). Kitabın açılış sayfalarında kendisiyle tanıştınız; ayrıca çizimleri bu sayfalara canlılık katıyor. Ellerimizin ve dizlerimizin üzerine çöktük, kemikleri kırmamak için özenle yaklaştık, bir yandan da derimizin bilyeli kum zemine sürtmemesi için dikkatle hareket ediyorduk. Kiltaşını daha derin kazıp humerus parçalarının etrafını ayıklarken, mala ve matkap ucu kullandık. Kazdıkça daha fazla kemik bulduk.

Kolun ardından iskelet geldi!

İskelet etrafında bir siper kazdık. Kemikleri nemli sıvaya batırılmış sargıyla kapladık. Sıva sertleşince, koruyucu bir mahfaza oluşturur. Çekiçleri, keskileri, kazmaları çıkardık. Akademisyen bilim insanlarından çoğunlukla beklenmeyen bir tarzda, kol emeğiyle kemikleri kayadan ayırdık. Eğlenceliydi. Civarda birtakım *Ectoconus* dişleri bulduğumda daha da eğlenceli oldu; muhtemelen başka bir bireye aitlerdi, gerçi iskeletimiz kafasız olduğundan, nasıl emin olabilirdik ki?

Bir kez daha (gördüğümüz üzere, memelilerde sık rastlanan bir durum), dişler bize, *Ectoconus*'un, aile ağacında nereye oturduğunu gösteriyor. Multituberculatalardaki birden fazla küspis sırasına sahip değil. Bunun yerine, dişleri tribosfeniktir. Üst azıdişleri, tıpkı havan ve tokmak gibi alt azıdişlerine



Sarah Shelley ve Tom Williamson 2014'te "arkaik" plasentalı ***Ectoconus*** iskeletini koruyucu sıva kabuk içine alıyor. (fotoğrafı çeken Steve Brusatte)

oturur. Demek ki aynı anda hem doğrayıp hem öğüten theria memelilerinin (keseliler ve plasentalılar grubunun) alameti farikası olan dişlere sahipti. Dahası, dişlerin sayısı, bize *Ectoconus*'un bir eutheria, yani plasentalı soyunun üyesi olduğunu gösteriyor. Belki de bizim gibi hakiki plasentalı memeliydi. Belki de *Ectoconus* anneler, rahim içi plasenta sayesinde, gelişim aşamasındaki yavrularını besleyip koruyabiliyordu, böylece yavruların gelişkin halde doğması mümkün oluyordu.

Ectoconus ile Carissa'nın *Kimbetopsalis*'i arasında daha bariz bir fark da var. *Ectoconus* daha iri; *fevkalade* iri. Topladığımız iskelet, domuz boyutundaydı. Omuzları ve leğen kemeri yapılı, kol kemikleri sağlamdı. Herhalde güçlü kasları destekliyorlardı. Bu uzuvlar toynağa dönüşmeye çalışıyormuş gibi görünen pençelerle donanmıştı. Kemik boyutundan hareketle, canlıyken aşağı yukarı 100 kilo geldiğini söyleyebiliriz. Şimdiye dek bahsettiğimiz herhangi bir fosil memeliden çok daha iri.

O gezide *Ectoconus*'a ait başka fosil bulamamış olsak da, aynı kayaçlarda üçüncü bir memeli tipi bulundu. Şimdilik yalnızca dişlerinden biliniyorlar. Bu dişler öyle minik ki her biri tükenmez kalem ucuna sığabilir. Bunlar tribosfenik dişlere sahip metatherialardır (theria grubunun keseli soyu). New Mexico'daki multituberculataların ve eutherialarn her türlü öncüllerinden çok daha iri

olması yeterince tuhaf değilmiş gibi bu metatherialar daha ufak, daha çelimsiz görünüyordu.

İşte bu kadar. Multituberculatalar, eutherialar ve metatherialar. Kimbeto'da ve New Mexico'nun Kimbeto'ya komşu çorak topraklarında bulunmuş, yüzden fazla türe mensup on binlerce memeli fosili var. Bunlar ta 1880'lerden beri toplanıyor. Her biri, bu üç gruptan birine ait. Önceki bölümlerde alkışlarla karşıladığımız diğer memeliler söz konusu değil: Ne *Morganucodon* benzeri koşucular, ne dokodon ya da haramidiyanlar, ne de üç dağ zirveli küspis sırasına sahip tribosfenik dişli theria öncülleri, hiçbiri burada yok. Yumurtlayan tekdeliklilere de rastlanmaz, gerçi bu hiç şaşırtıcı değil, çünkü bunlar Güney Yarımküre grubudur. Fakat, tüm New Mexico memelileri aile ağacının sırf üç dalıyla kısıtlı olsa da, yine de fevkaladeler. Aslında sergiledikleri çeşitlilik benzersiz: Şimdiye dek var olmuş herhangi bir ekosistemdeki memelilere kıyasla hem tür sayıları daha fazla, hem beden boyutu, beslenme tarzı ve davranış yelpazesi daha geniş.

Bir şey daha var. *Kimbetopsalis* dişlerini ve *Ectoconus* iskeletini gömmüş olan kiltaşlarının hemen altındaki kayaçlar farklı yapıdalar. Azıcık daha yaşlı, yaklaşık 66,9 milyon yıllık bu kiltaşı tipi, benzer bir taşkın ovasında ve orman çevresinde tortulaşmış. Bu katmanlar, *T. rex* kemikleriyle, *Triceratops*'un boynuzlu akrabalarıyla, destansı bir ismi olan *Alamosaurus* gibi canavar sauropodlarla, ördek gagalı dinozorlarla dolu. Kırık dinozor kemiği parçaları bu kayaçlardan düşüp çöl zeminine çerçöp gibi dağılır. Yürürken bunların üzerine basmamak imkansızdır. Fakat, şimdiye kadar hiç kimse Kimbeto kayaçlarında ya da yukarısındaki kayaçlarda kuş olmayan dinozorlara dair emare bulamadı. Ne tek kemik ne de kemik zerresi. Ne bir diş ne de ayak izi.

Sanki dinozorlar buharlaşmış da memeliler kalmıştı. Artık memeliler, Triyas'taki, Jura'daki ya da Kretase'deki hallerine göre daha irilerdi.

***

Kimbetopsalis, *Ectoconus* ve Kimbeto'da bulduğumuz diğer memeliler Paleosen çağından kalmadır. Paleosen, Kretase'nin hemen ardından gelen zaman dilimidir, ama bu ikisi bütünüyle farklı dünyalar gibi görünür. Aynı romanın ardışık iki bölümü, ama net bir anlatıya oturmayan farklı karakterlere sahipler (bu örnekte dinozor fosilleri ile memeli fosilleri). Çünkü Kretase sona erip Paleosen başlarken romanımızın olay örgüsü feci sendeledi. Bu iki çağ arasında Dünya tarihinin en büyük afeti yer alır. Resmen gezegenimizin başına gelen en kötü gün.

Göktaşı (belki de kuyruklu yıldızdı; emin değiliz), güneş sisteminin uzak bir köşesinden, Mars yörüngesinin ötesinden, hatta belki daha da uzaktan geldi. Genişliği yaklaşık 10 kilometreydi. Aşağı yukarı Everest Dağı kadardı, Manhattan'dan üç kat genişti. Evrenin görkemli ölçeğinde hiç şüphesiz kozmik

bir toz tanesiydi, ama en az son yarım milyar yılda güneş sisteminde bizim köşemize yanaşmış en büyük gök cismiydi. Gökte yüksek hızla ilerleyip üstünkörü ateşlenmiş silahın rastgele yörüngesinde giderken, yüksek hızlı mermiden on kat süratli yol alıyordu.

Herhangi bir yere gidebilirdi, ama kaderin cilvesiyle, bu uzay kayası doğruca dünyaya ulaştı. Gezegenimizin yanından hızlıca geçip gidebilir, atmosferin üst katmanlarını hışırdatarak uzayın karanlığında kaybolabilir, kıl payı çarpmayabilirdi. Dünyaya yaklaşırken dağılabilir, yerçekimi yüzünden parçalara ayrılabilirdi. Darbesi sekebilirdi. Fakat, bunların hiçbirini yapmadı. Günümüzün Meksika Yucatán Yarımadası'na tosladı. Bir milyar nükleer bombanın kuvvetiyle çarptı. Dünya kabuğunda 40 kilometre derinliğinde ve 160 kilometre eninde bir delik açtı. Chicxulub Krateri denen bu yara günümüzde hâlâ görülebilir. Turistik kasaba Cancún'dan çok uzak olmayan bir mevkidedir, Meksika Körfezi kıyısına oturmuştur.

Göktaşı yaklaşık 66 milyon yıl önce dünyaya çarptıktan sonra, hiçbir şey eskisi gibi olmayacaktı.

En başta bir fizik meselesiydi. Çarpışmanın serbest bıraktığı enerji bir yere yönelmeliydi. Akla hayale sığmayan bir hışımla ısıya, ışığa, gürültüye dönüştü. Çarpışma noktasının yaklaşık bin kilometre çapı içinde kalan her şey neredeyse anında buharlaştı. Pek çok dinozorun, memelinin ve başka hayvanın sonu böyle geldi, hayalete dönüştüler.

New Mexico türleri azıcık daha talihliydi, çünkü Yucatán'dan yaklaşık 2.400 kilometre uzakta yaşıyorlardı. Kasırga kuvvetinde rüzgârlara, hiçbir insanın deneyimlemediği kadar şiddetli depremlere, gökyüzünden yağmur gibi boşalan sıcak cam mermilere göğüs germek zorunda kaldılar; bu cam mermiler, çarpışma sırasında sıvılaşan, dünyaya düşerken de katılaşan tozdan ve kayadan oluşuyordu. Eriyik topakları vınlayarak aşağı düşerken gökyüzünün rengi kızıla döndü, atmosfer fırın gibi ısındı. Bu kadarı ormanların kendiliğinden tutuşması için yeterliydi. Dizginsiz yangınlar toprağı kavurdu. Tüm bu afetlerin her biri öldürücüydü. Çarpışma alanına yakınlıkları ölçüsünde kuvvetleri artıyordu. Bu kaotik saatlerde New Mexico hayvanlarının kaçının telef olduğunu ölçmek güç, ama muhtemelen sürüsüne bereket hayvan öldü, belki de çoğunluğu can verdi.

Göktaşının doğrudan etkilerini sağ salim atlatmış her canlı, uzun vadeli yankılarıyla baş etmek zorunda kaldı. Büyük yangınlardan kaynaklanan is ve duman atmosfere yükselerek, henüz yoğunlaşıp cam mermiye dönüşmemiş kirlilik kalıntılarıyla karıştı. Bu zehirli kokteyl, dünyanın çevresindeki havanın sirkülasyonunu sağlayan atmosfer akımlarını tıkadı, bütün gezegeni soğuk bir karanlığa mahkûm etti. Birkaç yıl süren nükleer kış yaşandı. Yangınların

esirgediği her türlü bitki, şimdi de fotosentez için ihtiyaç duyduğu gün ışığından mahrum kaldı, böylece hepsi solup gitti. Ormanlar çöktükçe ekosistemler iskambilden ev gibi yıkıldı. Fakat hepsi bu kadarla sınırlı değildi. Zaten binlerce yıldır lav ve gaz püskürten Hindistan yanardağları turbo motora geçti. Azot ve kükürt buharları suyla birleşip asit yağmurları oluşturdu. Bu yağmurlar, kavrulmuş toprakları ağarttı, okyanusları zehirledi. Bunların hepsi küresel felaket etkenleriydi. O uğursuz günün ardından yıllar, on yıllar boyunca hiçbir canlı, çarpışma kraterinden ne kadar uzak olursa olsun güvende değildi.

Derken, göktaşı, son bir zalimlik darbesiyle, canlıları nesiller boyunca öldürmenin yolunu buldu. Ham yıkım gücü yeterince feci değilmiş gibi, bir karbonat platformuna çarpmıştı: Mercanların ve kabuklu canlıların sığ okyanusta oluşturduğu bir kayaç alanıydı bu. Kalsiyum, karbon ve oksijenden meydana geliyordu. Karbonat kayaç yok olurken karbon ve oksijen serbest kaldı, karbondioksit biçiminde atmosfere kaçtı. Daha önce Permiyen sonunda ve Triyas'ta bunu görmüştük, günümüzde de bizzat deneyimliyoruz: Karbondioksit, sera gazıdır. Atmosferi, dünyanın yüzeyini, okyanusları ısıtır. Taş çatlasa onlarca yılın ardından, nükleer kış küresel ısınmaya dönüştü. Binlerce yıl boyunca kavurucu hava sıcaklığı, ekosistemlerin kendini toparlamasını güçleştirdi.

Zerre kuşku duymuyorum: Dünyanın en az dört milyar yıllık tarihinde canlılar için en tehlikeli dönem buydu. Göktaşı, seri katillerin şahıydı. Korkunç etkiliydi, çünkü emrinde bir dolu kitle imha silahı vardı: Saniyeler içinde iş gören enerji darbesi, müteakip birkaç saatte ve günde baş veren yangınlar ve sıcak cam yağmuru, onlarca yıl süren nükleer kış, birkaç bin yıllık küresel ısınma. Bunca engeli aşıp hayatta kalmak için yeteneğin *ve* talihin birleşimi gerekliydi. Pek çok hayvan bu vartayı atlatamadı. Türlerin yaklaşık yüzde 75'i telef oldu, dolayısıyla gelmiş geçmiş en berbat kitlesel yokoluşlardan biriydi.

Birkaç kuş dışında dinozorlar yakayı sıyıramadı. New Mexico kayaçlarında birdenbire gözden yitmelerinin sebebi budur. Okyanuslarda hüküm sürmüş pek çok iri sürüngen grubu da can verdi, mesela uzun boyunlu plesiyozorlar. Pterozorlar da telef oldu: yaygınlıkla pterodaktil denen, uçan sürüngen ailesi. Bu aile, Kretase sonuna kadar kuşların bazı hava nişlerine girmesine ket vurmuştu. Bazı hayvanlar bu felaketi sağ salim atlattı, ama yaralanmışlardı. Birkaçını saymak gerekirse, timsahlar, kertenkeleler, kaplumbağalar ve kurbağalar. Pek çok bitki telef oldu, okyanusta mikroskobik planktonların dev bir yüzdesi öldü, böylece besin zincirinin tabanı hem karada hem suda ilelebet değişti, Paleosen'de büsbütün yeni ekosistemlerin inşa edilmesine yol açtı.

Peki memeliler? Elbette, yaşamlarına devam ettiklerini biliyoruz, yoksa biz de var olmazdık. Fakat ders kitaplarındaki "Dinozorlar öldü, memeliler hayatta

kaldı" masalından çok daha karmaşık ve büyüleyici bir hikâyedir bu. Memeliler açısından göktaşı çarpması, hem karşılaştıkları en büyük tehlike anıydı hem de yakaladıkları en büyük fırsattı.

***

Memeliler *neredeyse* yok olup gidecekti. Dinozorların akıbetine çok yaklaştılar. Tüm kazanımlarını (koca evrim mirası tüyler, süt, kulak kemiğine dönüşmüş çene kemikleri, onca diş çeşidi) neredeyse tamamen yitireceklerdi. Elde edecekleri tüm kazanımlar neredeyse hiç başlamayacaktı (tüylü mamutlar, denizaltı ebatlı balinalar, Rönesans, bu sayfayı okuyabilmeniz). Tüm bunlardan kıl payı kurtuldular; jeolojik zamanın engin derinliklerine kıyasla çok kısa bir zaman dilimi içinde, göktaşı çarpmasının günler, onyıllar, binyıllar sonrasında olup bitenler sayesinde.

Memeli geçmişinin bu en istikrarsız dönemindeki gelişmeleri gayet iyi biliyoruz. Kuzeydoğu Montana'nın sığır yetiştirilen topraklarında, Missouri Irmağı ile kollarının ovayı yontup pelin otu kokulu çorak topraklara dönüştürdüğü yerde bir fosil arşivi vardır. Bu arşiv, dikenli tellerin kesintiye uğrattığı, inek dışkısıyla kaplı dağlık topoğrafyayı meydana getiren kiltaşlarında ve kumtaşlarında gömülüdür. Bu kayaçlar, Kretase'nin sonunu ve Paleosen'in başlangıcını kapsayan aşağı yukarı 3 milyon yıllık zaman zarfında, eski Rocky Dağları'ndan doğan ve Kuzey Amerika'yı ikiye bölüp denize doğru doğu yönünde akan ırmaklar tarafından oluşturuldu. Kayaçların her bir katmanı ve içerdiği fosiller, göktaşı çarpmasının ardından tekil bir ekosistemin nasıl değiştiğine dair benzersiz bir kayıt sunuyor.

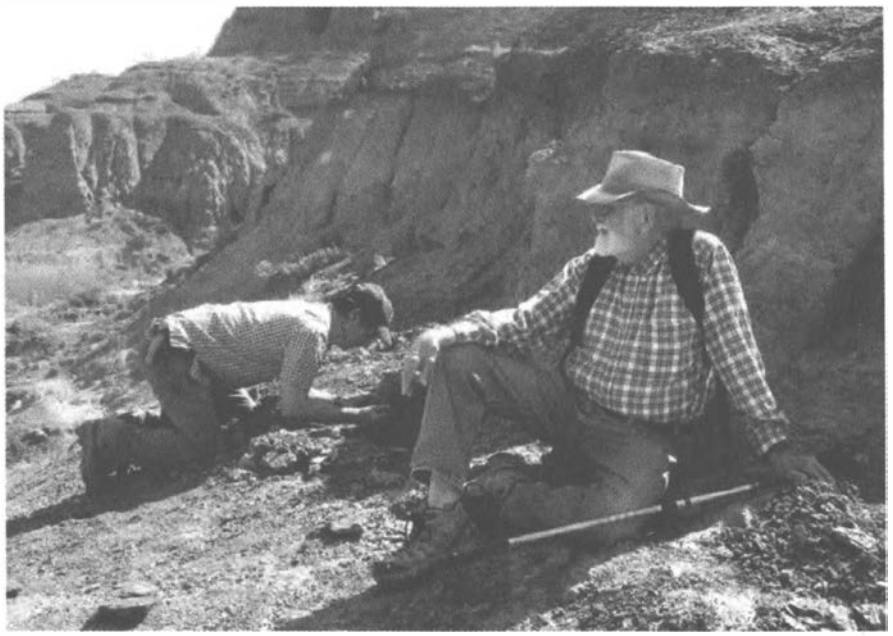
Bill Clemens neredeyse yarım yüzyıl boyunca bu topraklarda çalıştı (maalesef 2020'nin ikinci yarısında vefat etti), araziye girişleri kontrol altında tutan çiftçilerle arkadaşlık kurdu. Bill ve öğrencilerinden oluşan ekibi, Kretase çağına ait Cehennem Deresi Oluşumu kayaçlarından ve Paleosen çağına ait Fort Union Oluşumu'ndan yılbeyıl fosil topladı. On binlerce dişten, çeneden, kemikten meydana gelen bir koleksiyon kuruldu; hâlâ da büyümeyi sürdürüyor. Fakat, kader farklı tezahür etse, Bill muhtemelen bu fırsatı yakalayamazdı. Yokoluş konusunda giderek uzmanlaştığı bir anda ne tuhaftır ki kendisi de şiddetin muhatabı oldu.

San Francisco Körfezi Bölgesi'nin yerlisi olan Bill, 1967'de Berkeley'deki California Üniversitesi öğretim üyesi kadrosuna katıldı. Dünyası küçük bir genç için kocaman bir rüya. Aynı sene yine genç bir yetenek, matematik bölümünde profesörlük aldı. Adı Ted Kaczynski'ydi, gerçi posta yoluyla bomba gönderen gizemli bir adam olduğu dönemde FBI'ın ona taktığı lakapla tanınır: Unabomber. Kaczynski 1996'da yakalandığında, Bill'in saha çalışmalarını yap-

tığı yerin 560 kilometre uzağında, batı Montana ormanlarının derinlerindeki virane kulübesinde bir hedef listesi bulundu. 1967'de üniversiteye giren başka kişilerle birlikte listede Bill'in de adı vardı. FBI Bill'le görüştü. Kaczynski'yi hiç tanımadığını teyit etti. Öyle görünüyor ki bu listeye girme nedeni, yanlış zamanda yanlış yerde olmasından ibaretti. Bazen bu tür bir tesadüf ölümcül olabilir, ama neyse ki Kaczynski, listede Bill'in ismine gelemeden yakalandı.

Anne Weil bana, "Bill bu işten rahatsız olmuşa benzemiyordu, bense on yıl boyunca kutuları sopayla açtım," dedi. New Mexico'da pek çok kez Anne'la baharın ikinci yarısını geçirmişliğim vardır. Saha ekiplerimizin kadrolu multituberculata uzmanıydı. Harvard'ın eski buz hokeyi oyuncularından olup *Nature* dergisi için yeni memeli keşiflerine dair özetler kaleme alan yıldız yazar Anne bugün Oklahoma State Üniversitesi'nde profesördür, ancak FBI soruşturması sırasında Bill'in yüksek lisans öğrencisiydi. Bill'in yıllar boyunca akıl hocalığı yaptığı düzinelerce öğrenciden biriydi. Aralarında paleontoloji alanının öne çıkan kadınları da dahil pek çok gözde isim. Bill'in en harika mirası, fosillerinden ziyade öğrencileri olacaktır.

Greg Wilson Mantilla da Bill'in öğrencilerindendi. Greg Michigan'da büyümüş, tıp doktoru olma planıyla üniversiteye girmişti; en azından futbolda



Greg Wilson Mantilla (arkada) ve Bill Clemens (önde), Montana'da memeli fosili topluyorlar. (fotoğrafı çeken Diane Clemens-Knott, Greg Wilson Mantilla'nın izniyle basılmıştır)

kariyer yapamazsa, planı buydu. Hiç de saçma bir hayal değildi, zira Stanford takımının kaptanıydı. Derken kardeşi Jeff (en iri kimi sauropod dinozorlarını araştırarak isim yapmış bir paleontolog), Greg'i fosil kazılarına götürdü. Greg için müthiş heyecanlı bir deneyimdi, böylece paleontolog olmaya karar verdi; ama Jeff'in devasa dinozorlarının tacını devralan minik memelileri araştıracaktı. Greg bugün Washington Üniversitesi'nde profesördür. Bill çok hak ettiği emekliliğine başlayınca, son birkaç yılda onun Montana'daki saha çalışması mecralarını da devraldı.

Bill, Greg, Anne ve çalışma arkadaşlarının topladığı fosiller, Kretase sonu Montana'sına dair güçlü bir tasvir resmediyor. Bu dünyaya dinozorlar hakimdi. Orası kesin. En ünlü dinozorların bazıları Cehennem Deresi kayaçlarında bulundu: *Tyrannosaurus rex* ve üç boynuzlu *Triceratops*, ördek gagalı otçul *Edmontosaurus*, zırhlı tank *Ankylosaurus* ve *Velociraptor*'ların yakın kuzenleri. Fakat Cehennem Deresi ormanlarının ve taşkın ovalarının tartışmasız ağırsıklet şampiyonu *T. rex* olsa da, hafifsıklete bir memeli hakimdi: *Didelphodon* denen keseli soyundan bir metatheria. Kilosu kilosuna bakıldığında, zorba dinozor kraldan muhtemelen *daha* gaddar bir dövüşçüydü. *T. rex*'e uzun süre mesai harcamış biri olarak, bunu kabul etmek canımı yakıyor.

Kretase memelilerine kıyasla *Didelphodon* kocamandı, tartıda yaklaşık beş kilo geliyordu; uzak kuzeni olan modern opposumun boyutundaydı. Azıdişleri adeta kesici birer bıçaktı. Küçük azıdişleri şişkin ezicilerdi. Köpekdişleri de kalın çivilerden farksızdı. Greg 2016'da *Didelphodon*'a ait muhteşem yeni fosil kafataslarını betimlediğinde, ısırık kuvvetini tahmin etmek için kafatası ve diş ölçümlerini kullandı. Günümüz memelileri için kullanılan matematik denklemlerinden yararlandı. Sonuçlar şaşırtıcıydı: *Didelphodon*'un köpekdişleri, köpeklerinkinden ve kurtlarınkinden güçlüydü, üstelik "kilosu kilosuna" ölçüm yapmak için vücut boyutuna göre standardize edildiğinde, ısırık kuvveti, Greg'in araştırmış olduğu *herhangi* bir modern memelininkinden yüksekti. Kurttan, aslandan ya da tasmanyakurdundan daha güçlüydü. *Didelphodon* muhtemelen Cehennem Deresi ekosisteminde sırtlanlarınkine benzer bir rol oynuyordu: Vahşi bir yırtıcı ve leşçildi, canlı avları öldürür, leşleri mideye indirir, kurbanlarını hareketsiz kılmak için kemiklerini kırar, avındaki tek bir gıda zerresini kaçırmazdı. Menüde, canının çektiği her türlü ufak hayvan vardı: diğer memeliler, sert kabuklu kaplumbağalar, hatta yavru dinozorlar.

Didelphodon, Cehennem Deresi kayaçlarında şimdiye dek bilinen otuz bir memeliden biridir. *Didelphodon* gibi özelleşmiş et yiyicilerden tutun kapalıtohumlu bitki tüketen çeşitli otçullara, hepçillere, soreks boyutunda minik böcekçillere kadar bu türler, besin zincirinin tabanı civarında pek çok ekolojik rol üstlenmiş olmalı. Bu memelilerin büyük çoğunluğu, *Didelphodon* gibi metatherialar (on

iki tür) ve multituberculatalardı (on bir tür). Eutherialar (plasentalı memeliler) o denli yaygın değildi. Yalnızca sekiz tür tespit edilmişti. Bu türler, vücut boyutları yelpazesi ya da zengin beslenme biçimleri bakımından öteki memeliler kadar çeşitlilik sergilemiyordu. Eutherialar kıyıda köşede kalmış bir gruptu. Orman zeminini kaplayan bitki örtüsüyle besleniyorlardı. Burada metatherialar tepe yırtıcıydı, multituberculatalar ise başlıca otçuldu.

Cehennem Deresi kayaçlarını kat kat yukarı doğru takip eder, Kretase'nin son iki milyon yıllık kaydını tutan katmanlara bakarsanız, durumun istikrar kazandığı görülür. Muhtemelen Hindistan yanardağlarının sebep olduğu iklim değişikliklerine ve komşu denizin kıyısındaki değişimlere cevaben, yeni canlı türleri gelip gittikçe memeli çeşitliliğinde iniş çıkışlar yaşandı. Gerçi toplamda, en yeni Kretase memelilerinin işi rast gidiyordu, özellikle de metatherialar ve multituberculataların. Genelde hâlâ ufaklardı, ama çeşitlilik sergiliyorlardı, pek çok nişe yerleşmişlerdi. Herhangi bir sorun emaresi görünmüyordu.

Derken her şey değişiyor. Kayaçlarda iridyum derişimi yüksek ince bir hat var. Dünya yüzeyinde nadir, ama dış uzayda yaygın bir elementtir iridyum; göktaşının kimyasal parmak izidir. Tüm dinozorlar aniden gözden yitiyor. Cehennem Deresi Oluşumu, Fort Union Oluşumu'na yol veriyor. Kretase bitip Paleosen başlıyor.

İlk Paleosen kayaçları, uğursuz bir manzara sunuyor. Göktaşı çarpmasının aşağı yukarı 25.000 yıl sonrasına tarihlendirilmiş bir fosil mevkisi var: Adı Z Hattı Taşocağı. Buradan leş kokusu yükseliyor. Tüm dinozorlar telef olmakla kalmamış, memelilerin çoğunluğu da ölmüş. Yalnızca yedi tür içeriyor. Bu türleri, doğru düzgün görmek için mikroskopla bakmayı gerektiren minik dişler temsil ediyor. Üç tanesi olağanüstü yaygın; *Mesodma* denen multituberculata, *Thylacodon* denen metatheria, *Procerberus* denen eutheria. Bunlar "afet" türleridir. Bu cinsleri daha önce, öykümüzün daha erken safhalarında, Permiyen sonundaki büyük yokoluşun ardından gördük. Kaosta cümbüş yapan tipte hayvanlardır bunlar. Karanlıkta ve pislikte çoğalan hamamböceklerinin memeli eşdeğerleri. Bu üç memeli ya da hemen önceki ataları, afeti sağ salim atlattılar. Isı dalgasına, dizginsiz yangınlara, haşlayıcı yağmurlara, nükleer kışa, küresel ısınmaya göğüs gerebildiler. Kretase sonundaki yokoluşun uzun gecesi boyunca memeliliğin meşalesini taşıdılar, ama emin olun ki Paleosen'in başlarındaki çoğalmaları toparlanma işareti değildi. Ekosistemlerinin sağlıksız, dengesiz olduğunun göstergesiydi.

Montana'daki birtakım başka fosil mevkileri, müteakip 100.000 ila 200.000 yıl sırasında olan biteni gün yüzüne çıkarıyor. Göktaşının yol açtığı hakiki yıkımı anlayabilmemiz için, bu geniş zaman zarfını gözlemlemeliyiz. Bu dönemden

kalma tüm memeli fosillerini bir araya toplarsak, yirmi üç tür eder. Dokuzu multituberculatadır, demek ki yokoluşa mütevazı ölçülerde maruz kalmışlar. Fakat, yalnızca biri metatheriadır: Kretase'de bol ve çeşitli olan keseli soyuna mensup memelilerin yeryüzünden hemen hemen silindiğini gösteriyor. Yerel düzeyde tutunmayı başaran *tek tür* hariç. Bunların yerini eutherialar aldı: Eskiden kıyıda köşede kalmış olan bu plasentalı soy memelileri, Kretase'deki sekiz türlük kadrolarını, Paleosen başlarında on üçe yükseltti.

Bu Paleosen eutherialarından biri atamız olacaktı. Belki de Montana türlerinden biriydi, ya da başka bir yerde yaşıyordu. Basitçe ifade etmek gerekirse, bu yiğit ata birtakım hayvanların karnını deşmese, bizler var olamazdık.

Peki, Montana eutheriaları nereden geldi? Öyle görünüyor ki bunların çoğunluğu uzaktan göç edip gelmiş, zira alttaki Kretase kayaçlarında tespit edilmiş bariz bir ataları yok. Belki Asya'dan sökün ettiler. O zamanlar Asya, bir kara köprüsü aracılığıyla Kuzey Amerika'yla bağlantılıydı. Belki de Asya (Montana'ya kıyasla çarpışma noktasına çok daha uzaktı, dolayısıyla çarpışmanın ilk günlerindeki ve haftalarındaki yıkımdan o denli ciddi etkilenmemişti), mahvolmuş Kuzey Amerika memeli topluluklarını tazelemeye yardımcı oldu. Aslında, çarpışmanın ardından binlerce yıl boyunca pek çok tür göç etmiş gibi görünüyor. Bunların bazıları, Tom Joad'a ve *Gazap Üzümleri*'ndeki ailesine benziyordu. Daha iyi bir yaşam arayışında, yıkık evlerini terk ediyorlardı. Kimileri ise Amerikan Yerlileri'nin ortadan kaldırılması sırasında yaşanan dehşetin ardından Amerikan Batısı'na üşüşen altın arayıcılarına ve arazi spekülatörlerine benziyordu: Fırsatı hissedip boşluğu doldurmak için aceleyle gelmişlerdi. Şu ya da bu sebeple, eutheria atamızın, bu göçmenlerden biri olması muhtemeldir.

Her şey hesaba katıldığında, Montana'nın Kretase ve Paleosen memelilerini karşılaştırdığınızda, sayıları iç karartıcı görünüyor. Kretase'nin en geç döneminde yaşamış canlı türlerinin dörtte üçü gözden yitti. Ya çevresel yıkımı sağ salim atlatamadılar ya da artlarında döl bırakamadılar. Kuzey Amerika'nın batı bölgelerindeki tüm Kretase ve Paleosen fosil mevkilerini göz önünde bulundurunca, istatistikler daha da kötüleşiyor. Memeli türlerinin sadece yüzde 7'si hayatta kaldı. Bu sayı göründüğünden bile fecidir, çünkü göçmenleri de hesaba katar: Canlı türünün kimi üyeleri Montana'da ortadan kalkmış ama Colorado'da hayatta kalmışsa, o tür hayatta kalanlar kategorisine alınır. Bir tür göktaşı ruleti düşünelim: On mermi yuvalı silahın dokuz yuvasında mermi var. Atışınızı yapın. Bu kadarcık hayatta kalma ihtimali bile (yüzde 10), göktaşı çarpmasından sonra bu cesur yeni dünyada atalarımızın fiilen karşılaştığı durumdan azıcık daha iyiydi.

Akla şu soru geliyor: Bazı memelilerin bu koşullara göğüs germesini sağlayan nedir? Kurbanlara ve hayatta kalanlara bakınca, yanıt bariz görünüyor. Paleosen'in sağ kalanları, çoğu Kretase memelisinden daha ufaktı, üstelik dişleri, genelci hepçil bir beslenme tarzına sahip olduklarına işaret ediyor. Öte yandan kurbanlar, daha iri türlerdi. *Didelphodon* gibi daha uzmanlaşmış etçil ya da otçul beslenme tarzını benimsemişlerdi. Kretase sonu dünyasına hayli uyum göstermişlerdi, ama göktaşı her şeyi anarşiye sürüklediğinde, bu adaptasyonlar handikapa dönüştü. Oysa daha ufak genelciler, ikram edilen her türlü şeyi yemek için esnek damak zevklerinden yararlanabildiler; seçenekleri muhtemelen tohumlardan, çürüyen bitki örtüsünden, çürüyen etten halliceydi. Kretase'de daha geniş alanlarda yaşamış olan, kendi ekosistemlerinde sayıları bol olan canlı türlerinin hayatta kalma şansının daha yüksek olduğu da görülüyor.

Bunlar üst üste eklenip bir iskambil eli senaryosu oluşturuyor. Memeli atalarının daha önceki kitlesel yokoluşları sağ salim atlatmasını açıklarken bu örneksemeyi kullandım. Buraya da bilhassa uygun. Göktaşı, Kretase dünyasını aniden, beklenmedik bir anda alt üst ettiğinde, Dünya bir kumarhaneye dönüştü. Hayatta kalmak, bir olasılık oyununa indirgendi. Dinozorların elindeki kartlar korkunçtu; talihsiz bir el. Çoğunluğu iriydi. Oyuklara kolaylıkla sığınamıyor ya da su altına saklanamıyorlardı. Beslenme tarzı bakımından çoğu hayli uzmanlaşmıştı. Birçok memelinin de eli kötüydü: Özellikle iri boyutlarıyla ve ayrıntılı yeme alışkanlıklarıyla *Didelphodon* gibi canlı türlerinin. Fakat, kimi memelilerin (yalnızca cılız bir kısmı, ama neyse ki eutheria atalarımız da bunların içindeydi) elindeki kartlar çok daha iyiydi: Ufaklardı, kolaylıkla saklanabiliyorlardı, pek çok şeyi yiyebiliyor, geniş alanlarda yaşıyorlardı, sayıları çok ama çok yüksekti. Tek başına zafer getiren bir kart yoktu, ama bu özellikler bir araya geldiğinde o eli kazanmalarını sağladı.

Gerçi, mesele sadece bu evrimsel poker oyununu kazanmak değildi. Kazandığınız ödülle ne yaptığınız da önemli. Nihayetinde timsahlar, kaplumbağalar ve kurbağalar hayatta kaldılar, fakat memelilerin çıkacağı zirvelere ulaşamadılar. Çünkü elinde floş royal olan birkaç memeli, bu fırsatı heba etmedi. Hayatta kalmış olan başka gruplar üzerinde hızla üstünlük kurmalarını mümkün kılan özelliklere sahiplerdi: çok yönlülük, evrimleşme yetileri ve yolculuk tutkuları. En fazla onbinlerce yılda, bu memelilerden bazıları afet türü olarak çoğaldı. Bazıları göç etti. Göçmenler, yokoluş yüzünden oluşan boşlukları doldurdu. Yerel afetzedeler ve göçmenler birbirleriyle ve çevreleriyle etkileşime girdiler, evrimleştiler, yeni türlere bölündüler; en önemlisi de irileştiler. Göktaşının 375.000 ila 850.000 yıl ardından, hava sıcaklıkları istikrar kazanıp ekosistemler toparlanırken, memeliler Montana'da çoğalıyordu. Kretase sırasındaki duruma göre daha fazla canlı türü vardı. Bunlar bütünüyle yeni gruplardı,

mesela çeşit çeşit toynaklı, tıknaz mahluklar, uzun kol ve bacaklarıyla ağaçlara tırmanan gruplar.

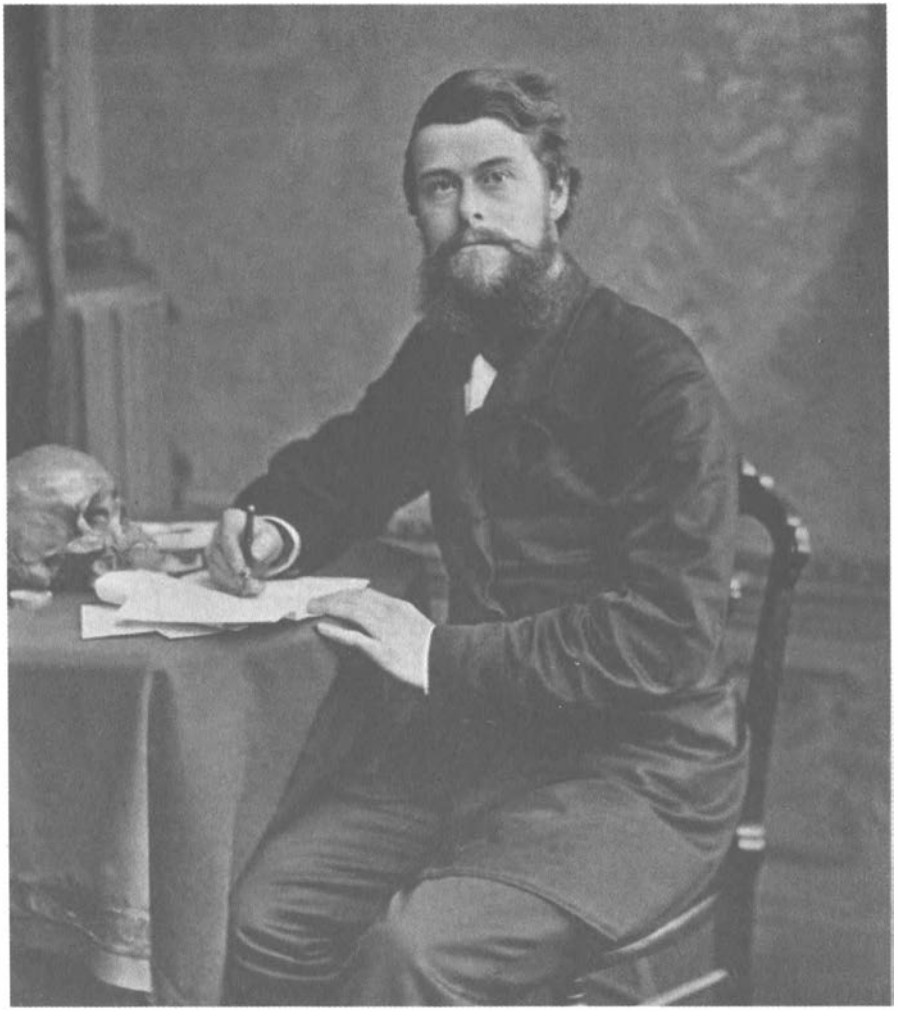
Montana'nın bu yeni memelilerinin fosilleri güzeldir, ama, New Mexico fosilleri bundan bile iyidir.

***

25 Temmuz 1874'te bir keşif grubu, Colorado, Pueblo'da bir tren istasyonundan yola koyulup güneye ilerledi. At sırtında yolculuk ediyorlardı. Aşmak için yola çıktıkları seyrek nüfuslu dağlarda, çöl düzlüklerinde, çorak topraklarda kendilerine haftalar boyunca yetecek kadar erzakla yüklenmiş katırlar arkalarından geliyordu. Bu topraklar hâlâ Navaholaların ve öteki Amerikan Yerlileri'nin hakimiyeti altındaydı. Altı kişilik ekipte iki bilim insanı ve yardımcıları, bir haritacı, ağzı bozuk bir arabacı ve bir de aşçı vardı. Görevleri, Colorado'nun New Mexico'yla buluştuğu yerde, San Juan Irmağı etrafındaki bölgenin topografyasını haritalandırmaktı. İkisi de henüz eyalet değildi. ABD Kongresi'nin, yüzüncü meridyenin batısında kalan toprakların haritasını çıkarmak için görevlendirdiği Wheeler Etüdü çalışmalarına ufak bir katkı olacaktı. Ekip haritayı çizerken, Amerikan Yerlisi kabilelerde nüfus sayımı yapmaları, demiryolu ve askerî tesisler için uygun mevkileri belirlemeleri, maden kaynakları aramaları da bekleniyordu.

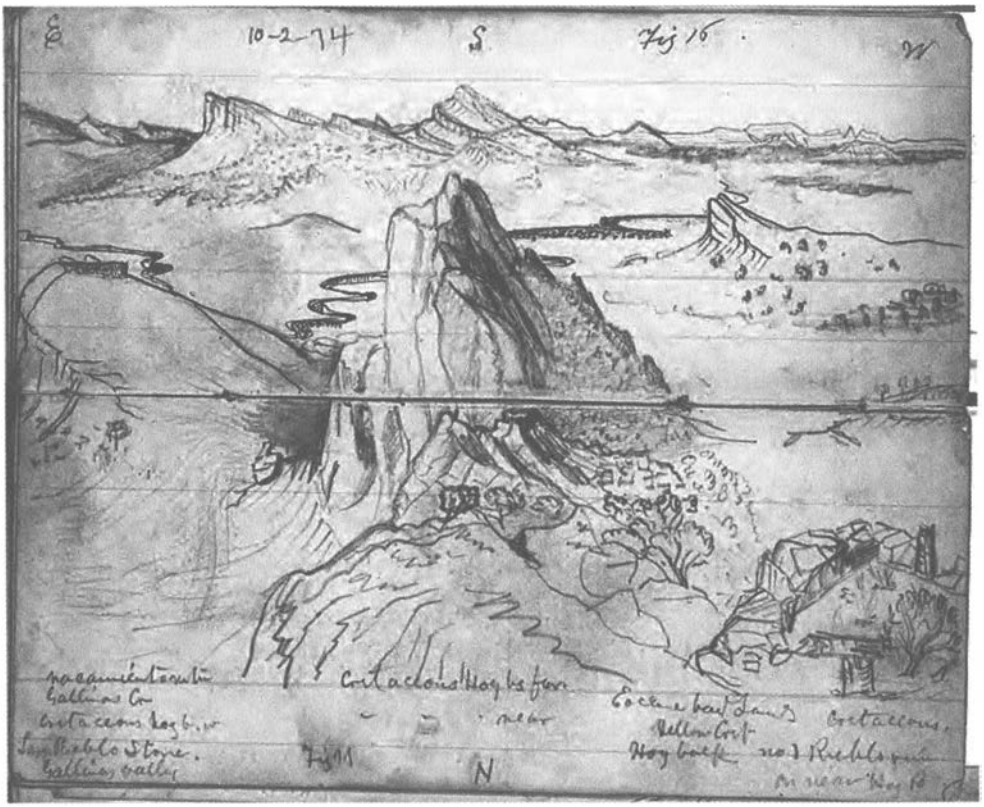
Kağıt üzerinde ekibin başı H. C. Yarrow isimli zoologdu, ama, gerçekte işin başındaki kişi, (güçlü kişiliğinden ötürü) Philadelphialı paleontolog Edward Drinker Cope'tu. Otuzlu yaşlarının ortasındaydı. Kurnaz gözleriyle, çenesinin altını kaplayan keçi sakalıyla Cope, ülkenin önde gelen fosil uzmanlarından biriydi. Colorado, Wyoming ve Kansas'ta başka etütlere katılmış deneyimli bir isimdi. Bir yıl önce, New Mexico'da yeni bulunmuş ilginç memeli fosillerine dair haberler kulağına çalınmıştı. Bu alanı bizzat incelemeye kararlıydı. Haritacı George Wheeler'ın bir haritalandırma gezisi örgütlediğini işittiğinde, bu sefere katılmak için yalvar yakar oldu. Wheeler tereddüt ediyordu. Cope'un yalnız kurt namını, otoriteye kulak asmadığını, canının istediği yerlerde fosil izi süreceğini, emirlere uymayacağını adı gibi biliyordu. Cope yaltaklanmayı sürdürdü. Ekibin bütçesine katkıda bulunmak için babasından borç aldı. Wheeler nihayet rıza verdi. Cope'un ekip jeoloğu olarak hareket etmesini, bunun ötesine geçmemesini şart koştu. Cope kabul etti, ama, bu sözü tutma niyetinin olmadığının hiç şüphesiz ikisi de farkındaydı.

Pueblo'dan ayrılmalarının üzerinden üç hafta geçmeden Cope isyana başlamıştı. Memeli dişleri bulmuştu. Fosil toplamayı bitirmeden ekiple birlikte kuzeye ilerlemeyi reddetti. Yarrow ödün vermek zorunda kaldı. Bu tutumu, Cope'u daha da cesaretlendirdi. Bir ay sonra, batıdaki sansasyonel fosil sahalarına dair hikâyeler kulağına çalındı. Arroyo Blanco adlı yerde, ekibin güzergâhından çok



Edward Drinker Cope 1876'da, New Mexico'da "Puerco kalkerini" keşfettikten iki yıl sonra. (fotoğraf AMNH Kütüphanes'ne aittir)

uzaktaki çorak topraklardaydı. Bu sefer Cope ekipten düpedüz ayrıldı. Ekibin üç üyesini ve bir katırı, bir haftalık tayınla birlikte yanına alıp yerli topraklarına girdi. Söylentisi çıkmış olan fosiller cisimleşmeye başladı; bol bol timsah, kaplumbağa, köpekbalığı ve en az sekiz memeli tipi buldu. Cope, bunların, atlar gibi günümüzdeki kimi memeli gruplarının erken dönem üyeleri olduğunu fark etti. Eosen çağından kaldıkları sonucunu çıkardı. Dinozorların yok oluşundan aşağı yukarı 10 milyon yıl sonra başladığını, 56 milyon öncesinden 34 milyon yıl öncesine uzandığını bildiğimiz zaman aralığı. Cope birkaç gün sonra babasına,



Cope'un 1874 tarihli saha defterinden bir sayfa. New Mexico'nun fosilden yana zengin kayaçlarını tasvir ediyor. (fotoğraf AMNH Kütüphanesi'ne aittir)

"Şimdiye kadar jeoloji alanında yaptığım en önemli buluş," diye yazdı. Ekip jeoloğu olduğuna dair sahte tavırları artık bırakıtığı düşünülürse, ironik bir ifade.

Muzaffer Cope, ganimetlerini topladıktan sonra, görünüşte özür dilemek amacıyla Wheeler'la şahsen görüşmek için geri geldi. Fakat patronun daha ciddi sorunları vardı. Haberler sarsıcıydı: Cope ekipten firar ettikten sonra haritacı kazara ölmüş, Yarrow da Washington'a geri çağrılmıştı. Öfkeli Wheeler, Cope'a artık kendi başına olduğunu söyledi. Anlaması güç ama Cope, resmî kınamadan yakayı sıyırdı, ancak Wheeler'ın seferlerine bir daha asla davet edilmedi.

Eylül ortasıydı. Kısıtlamalardan birdenbire kurtulmuş olan Cope, hava bozmadan önce en az bir ay keşif yapabilirdi. Güneye ilerledi. Ekim ayının ikinci yarısında Nacimiento denen çadır şehirden geçti. Burada binlerce taşralı, Triyas çağında taşlaşmış kütükleri deliyordu; fosil aramak için değil, kütükler bakır içerdiği için. Cope, Puerco Irmağı'nın kurumuş kanalını aştı. Siyah ve gri kilden

baş veren taşlaşmış odunlar dikkatini çekti. Bunlar, maden çıkarılan kütüklerden farklıydı. Cope, bu kilin Triyas kayaçları ile Eosen kayaçları arasında konumlanmış olduğunu ve "müthiş önemli" fosiller içerdiğini anlayabiliyordu. Buna dair bir de not düşerek söz konusu kil tabakasına ırmağın adını verip, "Puerco kalkeri" dedi. Memeli fosilleri de barındırdığını düşünüyordu, ama, kar yağışı başlamadan Pueblo'daki tren istasyonuna dönüşünden önce hiç fosil bulamadı.

Wheeler Etüdü ertesi sene devam etti. Cope artık kabul görmediği için David Baldwin adlı yerel bir sınır sakini işe alındı. Baldwin, hakkında çok az bilgi olan bir kişiliktir; doğumuna ya da ölümüne dair kayıt yok. Yaşamının çoğunu yalnız geçirmişe benziyor. Ekibe katılmayı kabul etmesi kayda değer, çünkü iç bölgelere çoğunlukla sadece eşeğinin terkisinde, tercihen kışın ortasında, karı eritip su içebildiği mevsimde giderdi. Rivayete göre omuzlarına oturttuğu kazmasıyla Meksikalı kovboylar gibi giyinir, çuval çuval mısır unuyla beslenirmiş.

Wheeler Etüdü'nde yer aldıktan sonra Baldwin, 1876'da yeni bir görevle New Mexico'nun San Juan bölgesine döndü. Otoriteden tiksinen genç ve talepkâr bir Doğu Kıyısı paleontoloğu için fosil toplayacaktı.

Ama Cope için değil! Cope'un rakibi, Yale Üniversitesi'nden Othniel Charles Marsh için.

Cope ile Marsh arasındaki "Kemik Savaşları" düşmanlığı, bilim tarihinde iyi anılmayan olaylardan biridir. Vaktiyle Hollywood setlerine de konu oldu. Çatışan ikiliyi, filmin başrollerinde yer alacak Steve Carell ve James Gandolfini canlandıracaktı (Gandolfini'nin zamansız ölümüyle film yarıda kaldı). Dinozorlarla ilgili herhangi bir kitap okursanız bir zamanlar dost olan bu kemik avcılarının hüzünlü hikâyesini ille duyarsınız. Açgözlülük, bencillik ve şöhret arzusu yüzünden acı bir rekabete sürüklendiler, birbirlerinin işlerini de fosillerini de sabote ettiler, gazete sayfalarında karşılıklı ağız dalaşına girdiler. Bu ikili arasındaki kan davası günümüzde sırf dinozorlar üstüne bir kavga olarak hatırlanıyor, böyle olmasının muhtemel sebebi, dinozor lügâtındaki kimi ünlü isimlerin (*Brontosaurus*, *Diplodocus*, *Stegosaurus*) 1870'lerin ve 1880'lerin çalkantılı günlerinde, Cope ve Marsh'ın birbirlerine üstünlük kurmak için canhıraş mücadeleye tutuştukları bir dönemde bulunmuş olmasıdır.

Oysa didişmelerinin büyük bölümü, dinozorlar değil fosil memeliler üzerineydi. Her biri en eski, en ilkel at, primat ya da başka modern grupların fosillerini bulmaya koyuldu. Bunu düşününce, 1876 ile 1880 arasında Baldwin'in kendisine gönderdiği fosillere Marsh'ın verdiği tepki kafa karıştırıcı. Marsh bu fosilleri görmezden geldi. Para ödemeyi de reddetti. Bunun üzerine Baldwin bariz olanı yaptı: Cope'un safına katıldı. Marsh'ın yaptığı en ciddi hataydı, çünkü taraf değiştirdikten kısa süre sonra, Baldwin, Cope'un "Puerco kalkerinde" bir

dizi memeli buldu. Bu kemikler ve dişler (bilinen son dinozorlar ile Cope'un 1874'te bulduğu daha modern aromalı Eosen memelileri arasına sıkışmışlardı), Dinozorlar Çağı'nı süpürüp Memeliler Çağı'na öncülük eden geçici faunanın ilk kayıtlarıydı.

Müteakip on senenin büyük kısmında Baldwin ve eşeği New Mexico çölünü arşınladılar, "Puerco kalkerini" takip ettiler, binlerce fosil topladılar. Baldwin'in memeli bulduğu mevkiler arasında, Navaho halkının Kimbeto dediği kuru dere yatağı da vardı; bu bölümün açılış sahnesinde bahsettiğimiz, 2014'teki saha ekibimizin çalıştığı mevki. Baldwin tüm bulduklarını Philadelphia'da Cope'a yolladı; Cope, Baldwin'e ödeme yapmakla kalmadı, hürmetini de gösterdi. Marsh'ın duyarsızlığının aksine Cope, Baldwin numuneleri gönderir göndermez memelileri hızla tanımlayıp isimlendirdi. 1881'den 1888'e kadar Cope, Baldwin'in gönderdiği memeliler üstüne kırk bir civarı makale yayımladı, neredeyse yüz canlı türü tanımladı. Bu çalışmalar çoğunlukla aceleye gelmişti, baştan savmaydı, ama, bu sadece başlangıçtı.

Gelecek 125 yılda New Mexico'nun, günümüzde San Juan Havzası denen bu kesiminde keşifler devam etti. Nacimiento maden kasabası uzun süre önce terk edildi, bunun yerini Cuba adlı şehir aldı. Pek çok Amerikan Yerlisi'nin zorla yerleştirildiği Navaho Yerleştirme Kampı'na uzak değildi. "Puerco kalkeri" bugün Nacimiento Oluşumu'nun parçası sayılıyor, Paleosen dönemi (Kretase sonu yokoluşunu izleyen ilk 10 milyon yıl) memelileri için dünyanın en önemli toplama alanının burası olduğu yaygınlıkla kabul ediliyor. Günümüzde bu alanda yapılan saha çalışmasını Tom Williamson yönetiyor. Cope ile Baldwin efsanesinden büyülenip 1990'ların ilk yarısında yüksek lisans öğrencisi olarak New Mexico'ya taşınmış. Tom, memeli fosillerinin altında bulunmuş Kretase dinozorlarını da inceliyor. Onunla, *T. rex* üzerine yaptığı araştırma vasıtasıyla, lisans öğrencisi olduğum dönemde tanıştım. Hemen dost olduk. Yıllarca başımın etini yedikten sonra, Tom, fosil memelileri de araştırmaya beni ikna etti. Memeli paleontoloğu şapkası takmamı yalnızca ona borçluyum; ve bunun için ilelebet müteşekkir kalacağım.

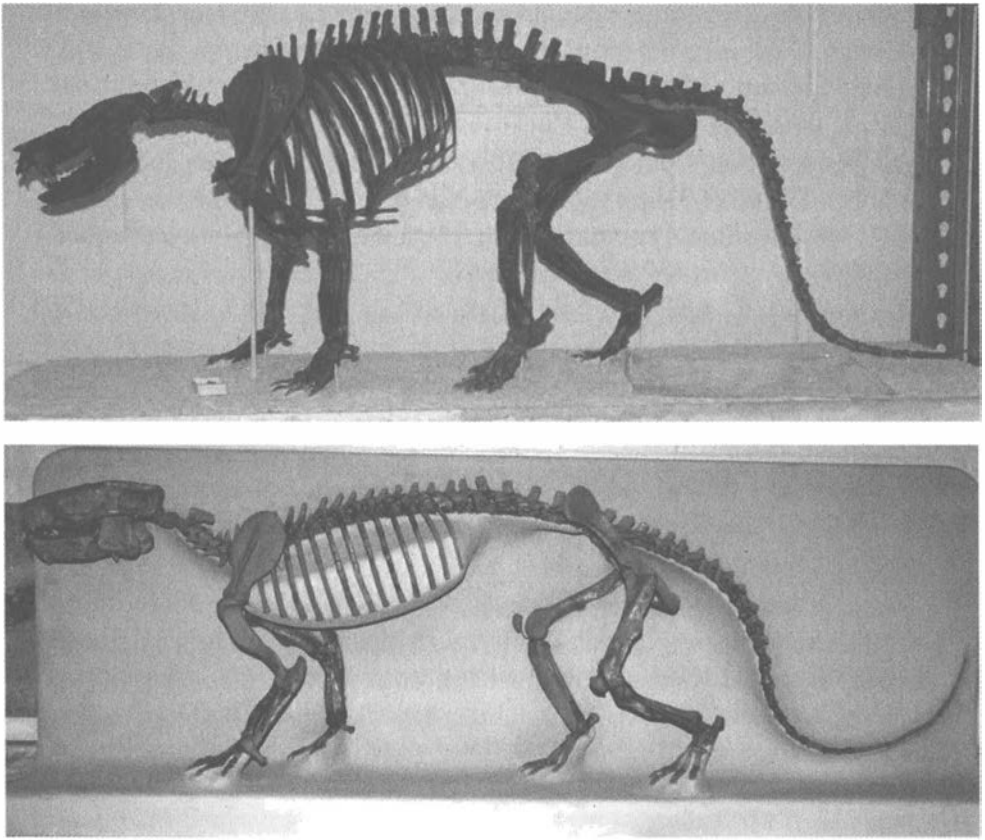
Tom'un araştırması sayesinde, New Mexico'nun Paleosen memelilerinin, memeli yokoluşuna, hayatta kalışına ve çeşitlenmesine dair genel hikâyede nereye oturduğunu anlayabiliyoruz. Kimbeto fosillerinin geçmişi, 65,6 milyon yıl öncesi civarına uzanıyor, yani göktaşının çarpmasından en fazla 380.000 yıl sonrasına, Montana hayvanlarının uğradığı "felaketin" birkaç yüz bin yıl ardına kadar yaşamışlar. Jeoloji bağlamında uzun bir süre değil. Fakat, Kimbeto memelilerinin toplam tür sayısı, davranış kümesi, gıda kaynakları, yaşam ortamları, hareket tarzları ve en kayda değeri de beden boyutu bakımından daha önce var olmuş tüm memelileri gölgede bırakmasına yetmiştir.

Ekibin yaptığı bir Skype sohbeti sırasında Tom, "Kretase dönemine ait memeli bulmak çok nadir bir durum; öyle ki bunları bulmak için etrafta resmen sürünmeli, dişlerini elde etmek için avuç avuç toprak toplayıp süzgeçlerden geçirmek zorundayız," demişti. Covid-19 salgını yüzünden 2020 Mayıs'ı için planladığımız saha çalışması iptal edildikten sonra dijital ortamda anıları yâd ediyorduk. "Paleosen döneminde Montana'da her şey tuzla buz olmuş. Fakat, New Mexico'nun Puerco kayaçlarında işler olağanüstü değişiyor! Birdenbire her yerde büyük memeli çenelerine rastlıyoruz!"

Bu Kimbeto memelilerinin ikisiyle daha önce tanıştık. Carissa Raymond'ın "İlkel Kunduz" *Kimbetopsalis*'ini gördük; Kretase dönemi multituberculatalarının hepsinden çok daha besili bir otçuldu. "Multituberculata" ismini uyduran kişi 1884'te Cope'tu. Kısmen Baldwin'in Puerco kalkerindeki keşfini temel aldı. Yine aşağı yukarı kunduz boyutlarında bir tür bulmuştu: *Taeniolabis*. Baldwin Kimbeto kayaçlarında ne var ne yoksa kazmasıyla çıkardı, tıpkı son yüzyılda pek çok başka saha ekibinin yaptığı gibi. Carissa'nın *Kimbetopsalis* keşfinin daha da etkileyici olmasının sebebi budur.

İkinci olarak, *Ectoconus* var. Tom'un bulduğu iskeletle temsil ediliyor, fakat bunu da aslen 1884'te Cope isimlendirdi. Yine Baldwin'in gönderdiği kargonun içindeydi. *Ectoconus*, Kimbeto ekosistemindeki en büyük hayvandı. Aşağı yukarı domuz cüssesindeydi. Condylartha grubuna dahildi: Bir kez daha Cope'un uydurduğu bir terim. Sınıflandırması güç olan, genelde ilkel iskeletlere ve tıknaz yapıya sahip Paleosen ve Eosen memelilerinin muğlak tasnifine göndermede bulunuyordu. Tom'la ve benimle birlikte kazı yapmış olan Sarah Shelley, doktorasını *Ectoconus* ve başka condylarthalar üzerine yaptı. Kendine özgü mizah anlayışıyla, *Ectoconus*'u şöyle betimliyor: "Cidden şişman, uzun kuyruklu, koyun-domuz karışımı bir şey, kafası tombul gövdesine göre pek minik." İri küçük azıdişleri ve büyük azıdişleri, alçak ve yuvarlak küspisler barındırıyordu. Sırtınıza masaj yapan tümsekli bilyeler gibi iş görüyorlardı, gelgelelim, bu örnekte küspisler, sert bitkisel malzemeyi yumuşatıyordu. Zemin *Ectoconus*'un adeta yuvasıydı. Burada çalıdan çalıya koşuyordu. Ne haddinden yavaş ne haddinden hızlı. Gerçi, hız kazanmaya doğru evrimleştiğini anlayabiliyorsunuz, çünkü el ve ayak tırnakları, minyatür toynaklar gibi görünmeye başlamış.

Ectoconus, Kimbeto'nun plasentalılar soyuna mensup düzinelerce eutheriasından biridir. Kontrol ne multituberculatalarda ne de arta kalmış bir avuç minik metatheriada, kesinlikle onların elindeydi. Tüm bu eutheriaları betimlemeye birkaç bölüm ayırabilirdim, zira müthiş çeşitliler, üstelik karmaşık gıda ağları oluşturuyorlar. Paleosen sırasında gür palmiye ağaçlarıyla ve devasa yapraklı, uzun, sivri uçlu başka ağaçlarla bezeli bataklıklı bir ormanda yaşadılar. Dolayısıyla sürekli yağmura maruz kalıyorlardı. Ormandaki bitki örtüsü



İki "arkaik" plasentalı memeli: ***Ectoconus*** (üstte) ve ***Pantolambda*** (altta). (fotoğrafları çeken Tom Williamson)

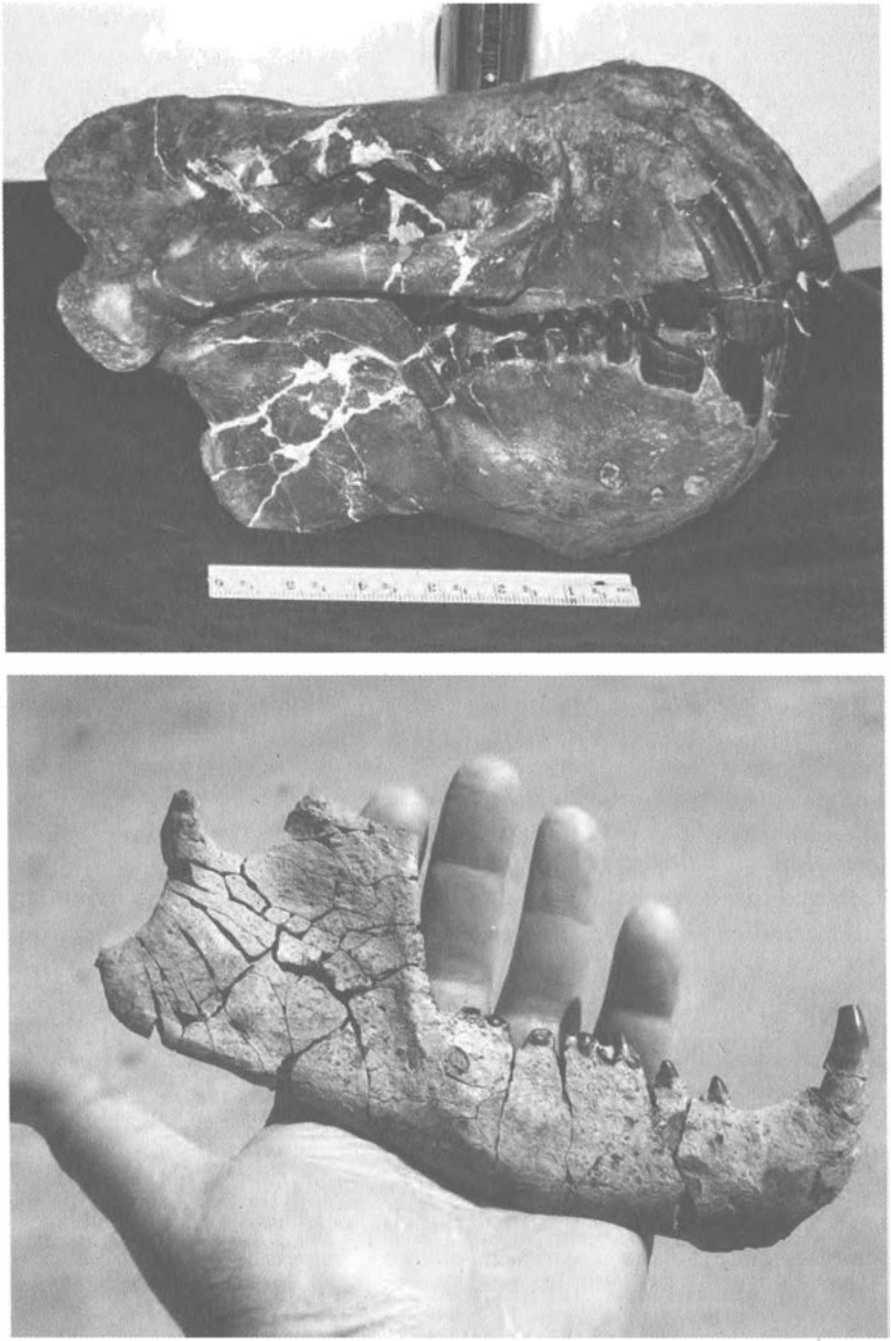
uzun palmiye ağaçlarından tutun nemli toprağı kaplayan eğreltiotlarına ve çiçekli çalılara varana kadar gürdü. Tüm bu bitkiler gayet güzel büyüyordu, çünkü hava bütün sene sıcak, nemli ve yağmurluydu. Bununla da kalmıyordu. Yağmur yağışı mevsime göre inanılmaz artıyordu. Yılın belli dönemlerinde muson yağmurları, ormanları sırılsıklam ediyordu. Hâlâ yükselmeye devam eden Rocky Dağları'ndan doğan ırmaklar ormanları kesip ilerliyor, çoğunlukla ırmak kıyısından taşıp göletler oluşturuyordu. Memeliler ara sıra bu sularda mahsur kalıyor, kemikleri ve dişleri fosile dönüşüyordu.

Bu orman dünyasında yaşayan başka bir eutheria, *Ectoconus*'a benzer bir ad taşır: *Eoconodon*. O da Cope'un tıknaz condylarthalarından biri olarak sınıflandırıldı; gerçi benzerlikleri bununla sınırlı. *Eoconodon*, Paleosen sırasında New Mexico'da dehşet saçıyordu. Kabaca kurt boyutundaydı (ama derisi daha

çıplaktı). Besin zincirinin tepesindeydi. Çenesi aşırı geniş açılıyor, böylece silindir şekilli sivri köpekdişlerini avına geçirebiliyordu. *Eoconodon*, kurbanının kanını akıtıp felç edince küçük azıdişleriyle deriyi ve kasları doğruyordu. Bu dişlerin keskin küspisleri geriye yatıktı. Ardından, ayılardakine benzeyen ezici iri azıdişleriyle kemikleri parçalardı. *Ectoconus* lezzetli bir öğündü, ama, muhtemelen çoğu sefer kaçabilecek kadar süratliydi.

Wortmania adlı başka bir eutheria daha kolay bir hedefti. Aşağı yukarı porsuk boyutundaydı. Paleosen güzellik yarışmalarını kazanamazdı ya da Sarah'nın daha az diplomatik bir dille ifade ettiği üzere, "muhtemelen *cidden* çirkindi." *Wortmania* kaslı bir kazıcıydı. Toprağı delip geçmek için pençeli dev ön kollarını kullanıyordu, kocaman çenesiyle ve irileşmiş köpekdişleriyle yumru kökleri söküyordu. Gürbüz ve hantal *Wortmania*, kendi oyuğunda güvendeydi, muhtemelen birebir dövüşte dişli bir rakipti, ama *Eoconodon* bu hayvanlardan birini orman açıklığına sürebildiğinde *Wortmania* için oyun sona eriyordu. *Wortmania*, Paleosen'de New Mexico'da yaşamış taeniodon adlı grubun birkaç üyesinden biriydi. Bunlar, yüksek taçlı dişler geliştirmiş ilk memeliler arasındaydı. Bu özellik, toprağa yerleşmiş kökler ve yumru kökler gibi sert bitkileri yeme konusunda bir lütuftu. Memelilerin dişleri daha sonra yenilenmediği için, sert gıdalar yemek risklidir, çünkü kırık diş, kendi ölüm fermanını imzalamak anlamına gelebilir. Aşırı uzun dişler evrimleştirmek akıllı bir çözüm stratejisidir, çünkü yıpratıcı çiğnemeyle geçen yıllarda bu diş kademe kademe aşınabilir.

Kimbeto fosilleri oluştuktan yaklaşık bir milyon yıl sonra, yeni bir eutheria tipi, New Mexico fosil kaydına giriyor. Adı *Pantolambda*'dır. Arketip bir pantodondur: Paleosen'de ve Eosen'de serpilmiş gizemli bir grup. Tahmin edebileceğiniz üzere, bunun da adını 1870'lerde Cope koydu, ama, tanımlanmış ilk fosilleri birkaç dişti. Londra civarındaki kil katmanlarından çıkarıldı. Öykümüzde tekrar tekrar boy gösteren başka bir karakter bu dişleri 1840'larda betimledi: Victoria Dönemi'nin kötü adamı Richard Owen. *Pantolambda* kendi çağının canavarıydı. Cüssesi, *Ectoconus*'unkinin yaklaşık iki katıydı. Vechur ineği büyüklüğündeydi (günümüzün en ufak sığır soyu). Yaklaşık 64 milyon yıl önce New Mexico civarında gezinirken, şimdiye dek orada yaşamış en iri memeliydi. Fakat, nazik bir devdi. Aheste aheste yaprak koparıp yutardı, muhtemelen az çok zürafa gibi. Gerçi boynu kütleli olsa da uzun değildi. Fıçı şekilli göğüs kafesiyle, geniş kalçalarıyla, kocaman ön ve arka ayaklarıyla (spor taraftarlarının maçlardan aşina olduğu köpükten dev işaret eldivenlerini andırıyor), uzaktan bir karikatür çizimi gibi görünürdü. Minik kafası, derin çenesi, ağız kısmı üstünde öne bakan gözleri ve muhtemelen eş cezbetmek ya da rakipleri korkutmak için kullandığı aşırı büyük koni şekilli köpekdişleriyle, yakından bakınca daha şapşal görünürdü. Birbirine karışmış halde bulunan pek



Stylinodon (*Wortmania*'nın taeniodon kuzeni) kafatası (üstte) ve *Eoconodon* çenesi (altta). (fotoğrafları çekenler, sırasıyla, Steve Brusatte ve Tom Williamson)

çok *Pantolambda* iskeleti sürü halinde yaşadıklarını, olasılıkla hayli toplumsal hayvanlar olduklarını düşündürüyor.

Tüm bu Paleosen eutheriaları muhtemelen kendi üreme biyolojimizin harikalarından biriyle donanmıştı: plasenta, yani yalnızca gebelik sırasında var olan, cenin ile anne arasında bağlantı kuran geçici organ. Plasenta, memelilere özgü değildir; yumurtlamanın yerine doğumu geçiren çeşit çeşit canlı türünde, hatta kimi balıklarda, yaklaşık yirmi kez evrimleşmiştir. Yumurta esasen kendi başının çaresine bakan bir pakettir. Yumurta sarısı, büyüyen embriyonun gelişim sırasında ihtiyaç duyduğu tüm besinleri içerir. Anne yumurtladığında, yumurtaları koruyabilir, ancak, ilave besin sağlamak için yumurta kabuğunu kıramaz. Fakat, canlı doğum, embriyonun (sonra da ceninin), dünyaya çıkana kadar anne içinde büyümesini gerektirir. Bu zaman zarfında gıdaya ve oksijene erişimi gereklidir, ayrıca atıkları dışarı atmalıdır. Plasenta bu işi halleder. Birçok görevi başarıyla yerine getirebilir, aynı anda bebeğin kileri, akciğeri, boşaltım sistemi olarak işlev gösterir. Derken, doğumun ardından düpedüz ıskartaya çıkarılır; hiç süslemeden "doğum atığı" dediğimiz şeye dönüşür.

Bebek doğuran balıklarla ve sürüngenlerle karşılaştırıldığında, memeli plasentaları özeldir. Öyle olağanüstüler ki günümüz memelilerinin çeşit çeşit ana şubesinin çoğunluğu bunların adını taşır. Kemirgenler, yarasalar, balinalar, atlar, ayılar, köpekler, kediler, filler gibi tüm türemiş eutherialar ve tabii, biz de "plasentalı memeliyiz." Şu an hayatta olan ve tekdelikli ya da keseli olmayan her memeli, plasentalı diye sınıflandırılır. Gerçi burada hafif bir yanlış isimlendirme var, çünkü keselilerin aslında çok kısa süreliğine plasentası oluşur. İlginç bebek yapma usullerinin bir parçasıdır. Bu keselilerde, döllenmiş yumurta kısa süreliğine plasenta içinde korunur, ardından yumurta rahim içinde çatlar, annenin dölyatağına tutunur, plasenta tarafından beslenir, tüysüz bir ufaklık olarak dünyaya gelir. Yavru, anne kesesinin güvenli ortamında gelişmeyi sürdürür. Keseli plasentası ufaktır, besin sağlayan tek zardan meydana gelir. Öte yandan, bizim gibi plasentalı memelilerin muazzam, karmaşık plasentaları var. Beslenme ve atık boşaltımı için ayrı zarlar bulunur. Bu incelikli plasentalar, gebeliği uzun süre boyunca sürdürebilir; plasentalı memelilerin, iri ve gelişkin yavrular doğurmalarını mümkün kılar.

Doğuma tanıklık eden herkesin gördüğü üzere, plasenta, pasta şekilli bir yumuşak doku kütlesidir. Kan damarlarıyla kaplıdır ve göbek bağına bağlıdır. Bu gibi şeyler normalde fosilleşmez. Fakat, plasenta, mevcudiyetini iskelet üzerinde belli eder. Tekdelikliler ve keseliler, epipubis adlı üçgen bir kemiğe sahiptir. Leğen kemiğinden ileriye, karın boşluğuna doğru çıkıntı yapar. Bunlara bir dönem "keseli kemiği" denmişti, çünkü keseyi destekledikleri düşünülüyordu, ama uzuvları hareket ettiren kaslara tutunma alanı sağlamak ve süt emen bir dolu

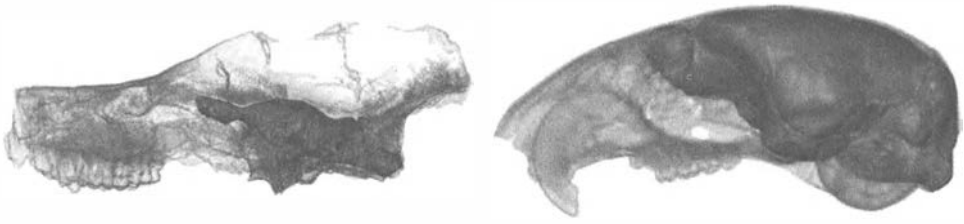
ufak yavrunun (ister yumurtadan çıkmış, ister doğmuş çeşidi olsun) şoklardan korunmasına destek olmak gibi başka işlevlere nasıl hizmet ettiklerini artık biliyoruz. Epipubis kemikleri pek çok fosil türde mevcuttur, mesela memeli öncüsü kimi kinodonlar, multituberculatalar, hatta Gobi Çölü'nde keşfedilmiş Kretase dönemi eutheriaları. Demek ki erken dönem eutherialar (plasentalı memelilerin doğrudan ataları), ya tekdelikliler gibi yumurtlayarak ya da keseliler gibi pek çok küçük yavru doğurarak ürüyordu.

Fakat epipubis kemiği ne bizde vardır, ne de günümüzün herhangi bir plasentalı memelisinde. Plasentamız ve daha uzun süre gelişen daha iri yavrular, karın boşluğunda çok fazla yer kaplar, böylece bu kemiklere yer kalmaz. Üstelik, sürekli meme uçlarına yapışıp süt emen minik yavru sürüsünü desteklemek amacıyla epipubis kemiklerine ihtiyacımız yok. İster *Ectoconus* ve *Eoconodon* olsun, ister *Wortmania* ve *Pantolambda*, isterse de New Mexico'da veya başka yerlerde bulunan her türlü Paleosen çağı eutheriası, hiçbirinde epipubis kemiği yoktur. İri ve karmaşık plasentalar evrimleştirdiklerinin, dolayısıyla bizim gibi hakiki plasentalı memelilere dönüştüklerinin güçlü göstergesidir. Yokoluşun ardından yakaladıkları başarının sırlarından biri muhtemelen buydu.

Ancak, Paleosen plasentalı memelileri özellikle zeki değildi. Çalışma arkadaşım Ornella Bertrand önderliğinde (beyin boşluğunun x-ışını görüntülerini alma ve beynin üç boyutlu modellerini kurma konusunda usta olan Fransız bir paleontolog) ekibimin incelediği BT taramaları, pantodonların ve bu Paleosen memelilerinin çoğunluğunun, olağanüstü ufak beyinleri olduğunu gösteriyor. Aslında bunların beyinleri kertenkelelerin, kurbağaların ve timsahların beyinlerine kıyasla iriydi; nihayetinde tüm bu Paleosen türleri memeliydi ve daha önce gördüğümüz üzere, yavrularını sütle beslemeye geçer geçmez bu ilk memeliler, duyuları işlemeye yarayan yeni bir yapıya, neokortekse sahip, genişlemiş beyinler geliştirdi. Fakat, benzer ebatlı günümüz memelilerine kıyasla, Paleosen türlerinin beyinleri fevkalade ufaktı. Neokorteksleri çok daha küçüktü. İlk başta hiç mantıklı görünmüyor. Kretase sonundaki yokoluşu sağ salim atlatıp sonrasında çoğalmış olan memeliler, başarılı olmak için yüksek zekâ ve keskin duyular kullanmış olsa gerek değil mi? Maalesef, öyle görünmüyor. Aslına bakarsanız söz konusu Paleosen memelilerinin beden boyutu öyle hızlı genişleme gösterdi ki beyinleri bu hıza ayak uyduramadı. Günümüz plasentalı memelilerinin devasa beyinlerinin imzası on milyon yılı aşkın süre sonra, Eosen'de boy gösterecek, beyincik yüzeyinin büyük kısmını kaplayan hacimli neokortekslerle birlikte ortaya çıkacaktı.

Paleosen memelilerinin palazlanmasının sebebi beyin değil kas gücüdür. 100 milyon yılı aşan kısıtlamadan ve sansar ebadını aşamadıkları ufak beden nişlerine mahkûm kaldıktan sonra, memeliler aniden özgür kalmıştı. Sebebi





Ornella Bertrand, fosil memeli kafataslarının BT taramalarını inceliyor (üstte). Dijital modeller, "arkaik" plasentalı ***Arctocyon***'un ufak beynini (altta solda) ve modern yer sincabının çok daha iri beynini (altta sağda) gösteriyor. Ölçek = 1 santim. (fotoğraf Toronto Üniversitesi'ne (Scarborough kampüsü) aittir; Belçika Kraliyet Doğa Bilimleri Enstitüsü'nde sergilenen ***Arctocyon*** numunesi)

gizemli olmaktan çok uzak: Dinozorlar artık gitmişti. Memelileri frenleyen hiçbir şey yoktu. Resmen birkaç yüz bin yıl içinde (dünya tarihinde göz açıp kapama süresidir), plasentalı memeliler, bir zamanlar *Triceratops*'un, ördek gagalı dinozorların ve raptorların doldurduğu rolleri üstleniyordu. Kimbeto fosilleri zamanına gelindiğinde, üstelik kesinlikle *Pantolambda* zamanında, dinozorlar artık uzak bir anıydı, sanki hiç var olmamışlardı. Memeliler koca bir besin

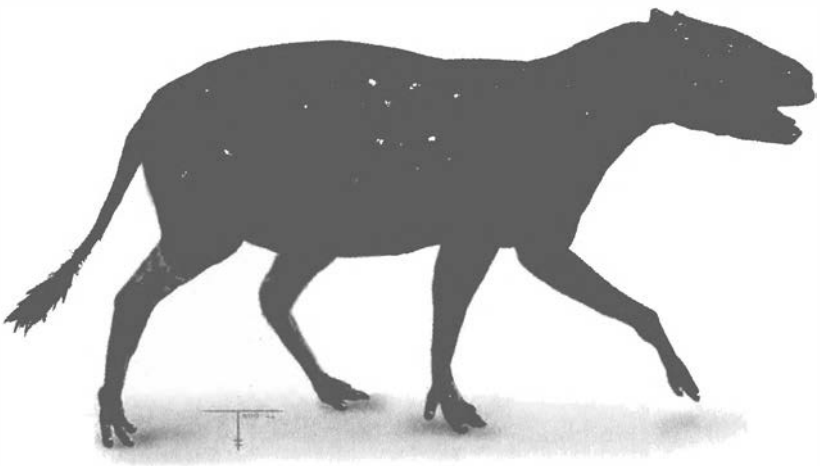
zinciri kurmuştu; sivri dişli et yiyiciler, devasa yaprak yiyiciler, bitki öğüten domuzumsular, kaslı kazıcılar, ayrıca zeminde koşturan, ağaçlara tırmanan, daldan dala atlayan pek çok tür. Burası, memeli dünyası haline gelmişti.

Gerçi bu son cümlenin doğru olmadığı noktayı atlamayalım. Hayatta kalan bir dinozor tipi vardı: kuşlar. Evrim kumarında paylarına düşen el kazançlıydı. Ufaklardı, hızlı ürüyorlardı, tehlikelerden uçarak uzaklaşabiliyorlardı, gagaları tohum yemeye uygundu. Tohum, ormanlar çöktükten sonra uzunca bir süre toprakta kalan besleyici bir gıda kaynağıdır. Paleosen kuşlarının narin, kağıt inceliğindeki kemikleri, New Mexico'da memelilerin yanında bulundu. Yokoluş sonrası bu öncüler, kendi başarılarının keyfini sürdü; günümüzde var olan on bini aşkın kuş türüne ulaştılar. Memeli türlerinin yaklaşık iki katı! Fakat, sayılar sizi aldatmasın. Kuşlar hiç şüphesiz dünyamızın çeşitlilik içeren bir parçası, ama memeliler gibi baskın konumda değiller. Gelmiş geçmiş en iri kuşlar bile, mesela Madagaskar'ın soyu tükenmiş fil kuşları (500 ila 730 kilo geliyorlardı), tam anlamıyla bir memeli olan ve 6.000 kiloluk cüsseleriyle Afrika savanalarında gümbür gümbür koşarken yeri sarsan fillerin yanında cüce kalır. Zaten çoğu kuş miniktir, elinize ya da pencere pervazındaki yuvalarına rahatlıkla sığabilirler. Yokoluştan önce başlayan, ama, sonrasında iyice ivme kazan uzun soluklu evrimsel minyatürleşme eğiliminin zirve noktasında yer alırlar.

Böylece evrimsel roller tersine dönmüş oldu. Kuşlar ufalıyor, memeliler irileşiyordu. Memeliler, dinozorların yerini almakla kalmadılar, bir anlamda dinozora dönüştüler. Memeliler Çağı başlamıştı.

ALTINCI BÖLÜM

MEMELİLER MODERNLEŞİYOR



Eurohippus

Orta Almanya'da Frankfurt'a arabayla kısa mesafede, şehrin güneydoğusundaki Messel adlı mevkide, zeminde kocaman bir çukur var. Bu oyuk yaklaşık kırk hektarlık alanı kaplıyor, derinliği aşağı yukarı altmış metre. Arazinin öbür kısımları düz ve ağaçlıklı. 1700'lerde yöre sakinleri, kerojene doymuş siyah renkli bir şist kayacı keşfetti. Bu maddeyi sıvı yakıta dönüştürebiliyorlardı. Neredeyse iki yüzyıl boyunca, imparatorlukların yıkılmasını ve iki dünya savaşını atlatıp 1970'lerin başında kârlılığını yitirine dek petrol şistinde madencilik yaptılar. Maden kapandı, ama, çukuru kaldı.

Çukur, göze hoş görünmüyordu. Hükümet bunu ortadan kaldırıp çöp alanına dönüştürülmesini önerdi. Frankfurt'un çöpleri buraya dökülebilirdi. Yöre sakinleri itiraz etti. Yirmi yıllık hukuk mücadelesinin ardından, yetkililer geri adım attı.

Bunun yerine, delik, UNESCO Dünya Mirası listesine alındı.

Birleşmiş Milletler'in bütün dünyada olağanüstü kültürel, tarihsel ya da bilimsel etkiye sahip sayılan yaklaşık 1.100 mekana uygun gördüğü bu unvan, madencilikle ya da bölgenin insanlar bağlamındaki tarihiyle alakalı değildir. Bu sıfat, siyah renkli şistin içinde bulunmuş başka şeylerle, ilgilidir: çok daha uzak bir geçmişin, yaklaşık kırk sekiz milyon yıl öncesinin, yani Eosen'in orta bölümü sırasında yaşananların öyküsünü dillendiren fosiller. Bu zaman aralığı, ilk plasentalı memeli topluluklarının Paleosen New Mexico'sunda çoğaldığı dönemin ardından geldi.

Bu dünyayı ve sakinlerini, nasıl bir yaşam sürdüklerini gözümüzde canlandırabiliyoruz. Alın size gerçek Messel fosillerini temel alan kurmaca bir öykü...

Eosen'de bir bahar akşamı. Almanya'nın bu köşesi günümüzün Endonezya'sı gibi bir takımadaya mensup bir adaydı. Bir kısrak aşeriyordu. Geçen yazın sonlarına doğru gebe kalmıştı. İki yüz gündür yavrusunu karnında taşıyordu. Karnı şişmişti. Ön ve arka bacaklarının bilekleri de. Ağrısız yürümekte güçlük çekiyordu. Orman zemininde koşmaya alışmış hayvan için tuhaf bir histi. İlk yavrusu olacaktı, ama, içgüdülerinden biliyordu: Doğum yakındı.

O an kısrak açlık çekiyordu. Bu açlığın belirli bir hedefi vardı: civardaki gölün sığ sularından başını dışarı çıkarmış nilüfer bitkisinin beyaz, mor çiçeklerinin şekerli tadı. Öğleden sonra boğazından tek lokma geçmemişti. Tropikal altı bölgede günün en sıcak, en nemli dilimi. Fakat bir şey yememek kendi tercihi değildi. Yere uzanmak dışında bir iş yapacak kuvveti toplayamamıştı. Güneş batıyor, ormandaki sıcaklık düştükçe hava serinliyordu. O an, içinde ani bir istek kabardı. Şimdi bir şeyler tıkınmanın tam vaktiydi. Fakat, planı kusursuz değildi: Göl en az bir kilometre uzaktaydı, üstelik anca ormanın en gür çalıları içinden yürüyerek oraya ulaşabilirdi, tam da yırtıcıların gün batımında avlarına başlayacağı yer.

Kısrak etrafına bakındı. Gözlerini yaklaşan akşam karanlığına alıştırdı. Sürüsünün yaklaşık yirmi üyesini görebiliyordu. Ormanın içindeki küçük çayıra yayılmışlardı. Hepsi aynı görünüyordu: her biri teriyer köpek ebadında kürkle kaplı yaratıklar. Bu kürkler çoğunlukla kaba bir kahverengi tonundaydı, ama eğimli sırtlarının hattını izleyen siyah renkli uzun kıl şeritleriyle de bezelilerdi. Dört ayakları üzerinde gururla dikiliyorlardı. Toynakları üstünde dengede duruyorlardı. Pek çoğu kısa ve sert kıllı güdük kuyruklarıyla sivrisinekleri kovuyordu. Kimileri kafasını yere eğmişti, kesicidişleriyle yaprak, taneli meyve kopartıyorlardı. Yiyeceği çiğnerken, dilleri ağızlarının içinde dolaşıyordu. Hepsi kulağını dikmişti, hem çalıların içindeki yırtıcıların hışırtılarını hem de yoldaşlarının seslerini dinliyorlardı. Bunlar sosyal bir türdü. Hem dişi hem erkek sürü önderleri, tiz kişnemeleriyle grup içi disiplini kuvvetle koruyordu.

Kısrak, sürünün seçkinlerinden biri olmasa da, yardım çağrısında bulunma ihtiyacı hissetti. Belki nilüfer çiçeği serüvenine katılmak isteyen başkaları da çıkardı. Yüksek sesle kişnedi. Bu kişneme, çayırın sessizliğini yırttı. Sürünün kimi üyeleri kızgın gözlerle baktı, sonra yemlenmeye döndüler. Öbürleri ise düpedüz görmezden geldi. Kısrak, aşermesini dindirmek istiyorsa, kendi başının çaresine bakmalıydı. Kalçasının üzerine doğruldu, minik toynakları üstünde dengesini sağladı, ormana doğru yürüdü, sürüyü arkasında bıraktı. Az sonra bitki örtüsünün içinde kayboldu.

Orman, ayrıkotlarının, çalıların, ağaçların bir isyanıydı adeta. Eğreltiotları ve çam ağaçları da vardı, ama yeşilliğin çoğunluğu kapalıtohumlu bitkilerdi. Mevsimlerden bahar olduğu için çiçekler açıyordu. Manolyaların pembe çiçekleri alacakaranlıkta parlıyordu. Defne ve gül kokuları rüzgârda süzülerek ilerliyordu. Öğleden sonra yağan yağmurdan ötürü hava ağırdı. Muskatlar, palmiye ağaçları, ökseotları, kızılcıklar, süpürge otları, Hint defneleri, sığla ağaçları, kayın ağaçları, huş ağaçları, limon ağaçları vardı. Limon ağaçlarının mayhoş meyveleri, çiçeklerden baş vermeye başlamıştı. Üzüm asmaları ağaç gövdelerine dolanmıştı, kocaman düz yaprakların kalın örtüsüyle ormanın orta seviyelerini tıkıyorlardı. Yağmur suyu bu yapraklardan hâlâ damla damla yere düşüyordu. Fasulye tohumu zarfları, cevizler, mahun cevizleri yukarıdan sarkıyordu. Birkaç ay sonra bunlar orman zeminini kaplayacak, hem sürü için hem ormanı yuvası bilen pek çok hayvan için bol bol yiyecek sağlayacaktı.

Kısrak, defne yığını içinde zar zor ilerlerken, tepesindeki dallarda bir çıtırtı işitti. Gözleri, başka bir kürklü hayvanın gözleriyle buluştu. Yaklaşık bir metreydi, ama boyunun büyük kısmı gövdesinden ziyade kuyruğundandı. Kancalı pençeleriyle ağacın gövdesine tırmanıyordu. Dal üstünde dengede durdu, dengesini sağlamak için tüylü kuyruğunu geriye, başını ileri uzattı, keski benzeri kocaman kesicidişleriyle yaprakları kemirmeye başladı. Bu esnada, sığla

ağaçlarından birinin daha yukarısında bir yerde, başka bir hayvan fevkalade bir beceriyle yaprakların içine daldı. Yaprak kemiren hayvandan azıcık daha ufaktı. Dallara özgüvenle tutunuyordu. Elleri, ayakları devasaydı. Uzuvlarının ucunda pençe yerine düz tırnaklar vardı. Tek eliyle, ayrık başparmağını ve uzun, örümcekimsi parmaklarını dalın etrafına doladı. Öteki eliyle meyve kopardı. Meyve henüz tam olgunlaşmamıştı, ama, belli ki yemeye uygundu.

Kısrak ağaç tepelerindeki faaliyete kilitlenip kalmışken, bir an durup daha da tuhaf bir hayvana dikkat kesildi. Bir karınca yuvasının önündeki zemine kurulmuştu. Yapılı ve kaslıydı. Ön bacaklarını ileri sallayıp kürek misali pençelerle yuvayı paramparça ederken homurtu sesleri çıkarıyordu. Karınca kolonisi telaşla etrafa dağılıp orman zeminindeki çürüyen yapraklara doğru saçılırken, yuvanın canına okuyan hayvan, yılan benzeri uzun diliyle dudaklarını yalıyor, ardından dişsiz dar ağzıyla karıncaları emerek mideye indiriyordu. Kısrak daha önce böyle bir şey görmemişti. Karınca yiyen hayvanın sırtında kıllar tuhaf açılarla çıkıntı yapıyordu, ama bedeninin büyük kısmı pullarla kaplıydı. Her biri gitar penasına benziyordu. Pullar üst üste binip güçlü ama esnek bir zırhla yaratığı örtmüştü.

Böcek keşmekeşi birkaç dakikalığına kısrağın dikkatini öyle dağıttı ki canının nilüfer çiçeği çekmiş olduğunu unuttu. Gardını bir süreliğine indirdi. Bu kadarı, geceleri dolaşan bir etçilin onu fark etmesine yetti. Eğreltiotları arasına saklanmış olan firavun faresi boyutundaki bu etçil, kırmızı, ciddi gözlerle izliyor, bıyıklarıyla esintinin kokusunu yorumlamaya çalışıyordu. Şimdiden birkaç kertenkele ve kurbağa yemişti, ama hâlâ açtı. Bıçak keskinliğindeki yanak dişleri, akşamın sıradaki öğününe hazırdı. Avcı, seçeneklerini tarttı. Pulla kaplı hayvan leziz olabilirdi, ama zırhını ısırıkla delmek için çok çaba sarf etmesi gerekiyordu. Çevresinden bihaber görünen tombul kısrağın peşine düşmesi çok daha iyi olacaktı.

Yırtıcı, saklandığı yerden hızla ileri atıldı. Dişlerini açığa çıkardı. Bu esnada, başka bir seçeneği daha olduğunu fark etti. Kısrağın solunda, toynağa benzer tırnaklara sahip başka bir hayvan duruyordu, fakat, kısraktaki üç tırnak yerine dört ayak parmağı bulunuyordu. Kürdan misali uzun ön ve arka bacakları üzerinde dururken o da çevresinden bihaber görünüyor, mantarla kaplı çürümüş meyveleri mideye indiriyordu. Kısrağa kıyasla bu canlı daha şaşkın, daha savunmasız duruyordu. Böylece avcı tercihini yaptı, meyve yiyen hayvanın üstüne çullandı. Kısrak patırtıyı duydu, aklı başına geldi. Kıl payı kurtulmuştu. Yoluna devam etse daha iyi olacaktı.

Aklını başına topladı. Annelik içgüdüleri tam güç devredeydi. Kısrak ilerlemeyi sürdürdü. Bu sefer dikkati dağılmadı; nilüferler onu çağırıyordu. Süpürgeotu

yığınını yara yara birkaç dakikada aştı. Aniden karanlığın yerini yanardöner bir ay ışığı aldı. Orman berraklık kazanmıştı. Kısrak şimdi göl manzarasını görebiliyordu.

Halka şekilli dalgalar gölün lacivert yüzeyinde yayılıyor, suya kirli görüntü veren yosun öbeklerini yalıyordu. Derinlerde yüzen balıkların hava kabarcıkları yüzeye çıkıyordu. Kaplumbağalar kafasını su dışına uzatıp soluk alıyordu. Yukarıda gökyüzünde uçan hayvanların siluetleri, parlak turuncu günbatımının son renkleri karşısında titreşiyordu. Bazılarının kuş olduğu açıktı, çobanaldatan ailesine mensuplardı. Kanatlı güveleri, yusufçukları avlıyorlardı. Cıvıltıları ve cıyaklamaları, eli kulağındaki karanlığa eşlik ediyordu. Fakat, farklı hayvanlar da vardı; parmakları arasında gerilen geniş deri tabakasından kanatlara sahiplerdi. Tüyle kaplılardı. Çobanaldatanların arasına dalarken ultrasonik çıtırtılar çıkarıyor, keskin küspisli azıdişleri sayesinde böceklerin üstderisini deliyorlardı.

Derken kısrak hedefini gördü. Neredeyse dolunay haline kavuşmuş olan ayın ışığı, göl ile karanın birleştiği hatta dans ediyor, nilüfer çiçeklerinin renkli taç yapraklarını aydınlatıyordu. Midesi guruldadı. Yavrusunun tekmelediğini hissetti. Ormanda dersini almış olduğundan, kıyıya adım adım yaklaştı. Yırtıcı varsa diye temkinli davranıyordu. Birkaç timsah suda ayaklarını çırptı, ama, kısrak onları gördü. Timsahlar, tehdit oluşturamayacak kadar açıktaydı. Yine kürklü bir hayvan etrafı kolaçan ediyordu, ama, korkulacak bir şey değildi: sırtını ve yan taraflarını kaplayan gür, dikenli kıllarıyla birlikte yaklaşık otuz santim uzunluğunda, ufacık bir varlık. O da gün batımında göl kenarında bir şeyler atıştırmaya gelmişti. Fakat, çiçek değil balık peşindeydi.

Kısrağın toynakları çamura battı. Ilık suda yürüdü, kendini nilüferlerin arasına attı. Keyiflendiği için cilveli cilveli kişnedi, sonra işe koyuldu. Hapur hupur yedi. Önce seçtiği çiçekleri kopardı, ama, sonra bu seçicilikten vazgeçip ne bulsa ısırdı, ister çiçek, ister yaprak, ister sap. Gebe annenin doğurmak için ihtiyaç duyduğu kuvvet bakımından bu bir nimetti. Hiç şüphesiz doğum vakti yakındı. Karnı tıka basa doyan kısrak, yüzünü karaya çevirdi, sürünün güvenli ortamına dönmek için yola koyulacaktı.

Fakat, sanki bir terslik vardı. Sudan dışarı ilk adımını attığında sendeledi. Sersemlemişti. Kalçasının üzerine düştü. Tekrar doğrulmaya çalıştı, ama, elinden gelmedi. Bir anda gözü kararardı. Böylece kısrak, rahminde yavrusuyla birlikte, Messel Gölü'nün yosunlu sularına gömüldü.

***

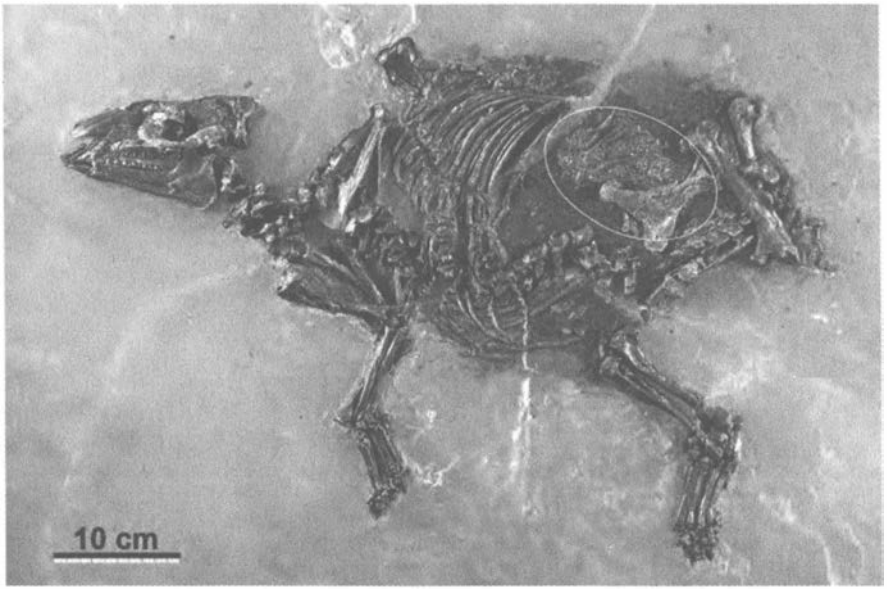
Eosen'de Messel Gölü sıradan bir göl değildi. Yanardağ patlaması sonucu oluşmuştu. Toprağın derinliklerinden yukarı yükselen magma, yüzey suyuyla temas ettiğinde, bir buhar patlamasını tetikleyip krater yarattı. Çevredeki yağmur

ormanlarından su taşıyan ırmaklar, krateri suyla doldurdu. Krater zamanla derinleşti, katmanlaştı. Uyarı falan olmaksızın göl ara sıra çağıldıyor, oksijensiz derin çukurundan görünmez bir gaz bulutu yükseliyordu. Bu gazlar bazen volkanikti. Zaman zaman da bakterilerin ya da alglerin yan ürünleriydi. Her halükârda, zehirli gazlardı. Yollarına çıkan her şeyi nefessiz bırakıp boğuyorlardı: göl yüzeyi civarında yüzen, kıyıda oyalanan, suyun yukarısındaki dallara tünemiş, üstten uçarak geçen ya da sığ suda nilüfer çiçeklerini yiyen hayvanları.

Fiziksel iz bırakmayan bir katilin kurbanı olan hayvanlar, gölün durgun derinliklerine kayıyordu. Hiçbir zedelenme yaşamamış gibi görünüyorlardı. Çürümelerini hızlandıracak oksijen olmadığından, leşler göl yatağına oturuyor, yavaş yavaş çamura gömülüyordu. Çamur onları müthiş fosillere dönüştürdü: Sırf iskelet değillerdi, kıllarıyla, midelerindeki son öğünleriyle ve bazı vakalarda karınlarındaki doğmamış yavrularıyla gerçek hayvanlara benziyorlardı. Bu şekilde, koca koca ekosistemler şistte bozulmadan kaldı. Bu fosillere, hayvanların yanı sıra dibe batmış olan yosunlardan damıtılmış kerojen nüfuz etmişti. Binlerce Messel fosili, çiçeklerden tutun böceklere, balıklardan tutun kaplumbağalara, kertenkelelerden timsahlara, kuşlardan memelilere varana kadar her şeyi içeriyordu.

Hikâyemde isimlerini belirtmemiş olsam da, tasvir ettiğim memeli tiplerini teşhis edebilirsiniz. Kısrak bir attır: *Eurohippus* adlı minik bir canlı türü. Safkan atların anca bileklerine gelir. Pek çok Messel *Eurohippus*'u iskeletinde, rahim içinde kıvrılmış, plasenta izleriyle çevrili tek gelişkin cenin var; sanki ultrason fotoğrafları çekilmiş gibi. Hikâyedeki yaprak çiğneyen fırça kuyruklu hayvan, *Ailuravus* adlı kemirgendir. Sincap gibi görünüyordu. Yine ağaçları mesken tutmuş olan, kavrayıcı parmaklara sahip hayvan, *Darwinius* adlı bir primattır; bizim erken dönem kuzenlerimizden. Karıncaları yiyen hayvan, *Eomanis*, bilinen ilk pangolinlerden biridir. Günümüzde soyları tükenme tehlikesi altında, çünkü bu hayvanların pulları, geleneksel Asya tıbbında hayli rağbet gören bir malzemedir. Etçilin adı *Lesmesodon*. İlişkileri tartışılıyor olsa da, muhtemelen ilkel bir carnivora üyesiydi, yani köpek ve kedi grubunun parçası. Mideye indirdiği uzun bacaklı meyvecil, *Messelobunudon*'dur. Çift sayılı ayak parmaklarından ötürü, ineklerle, koyunlarla ve geyiklerle akraba olan bir çift toynaklıydı (Artiodactyla). Dikenli kılları olan balık leşçili *Macrocranion*, kirpi sülalesindendir. Elbette, gölün üstünde yankıyla konum bulan kanatlı böcekçiller, yarasadır; Messel'de tespit edilen pek çok tür arasında, petrol şistindeki en yaygın fosillerden bazıları bunlardır.

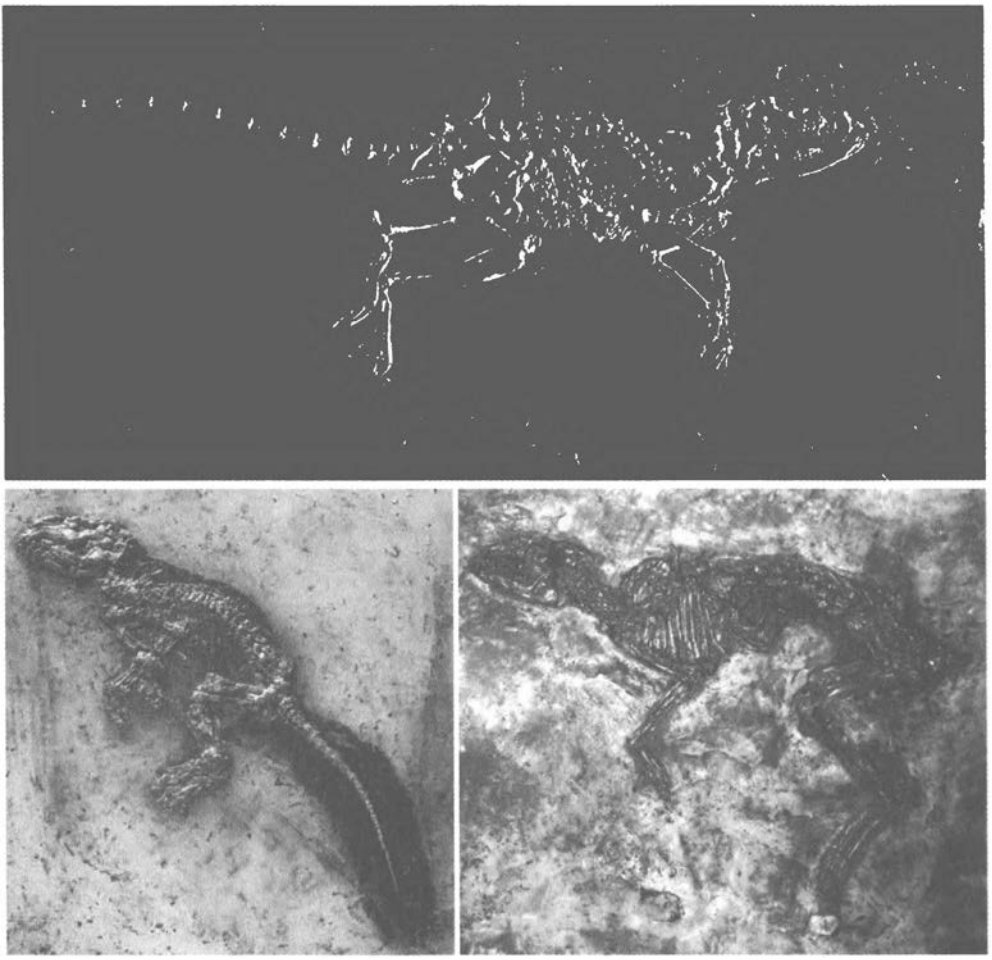
New Mexico'nun Paleosen canlılarına ya da Paleosen çağının herhangi bir memeli ekosisteminin hayvanlarına kıyasla bu memeli topluluğunda daha fazla canlı türü vardı, ekolojileri daha zengindi, beslenmeleri ve beden boyutları daha



Messel kısrağı ***Eurohippus***, korunmuş ceniniyle birlikte (çember içine alınmış). (görüntü Franzen ve arkadaşları makalesinden alınmıştır, 2015, ***PLoS ONE***)

çeşitliydi. Tıpkı Paleosen'in Kretase'den daha yüksek çeşitlilik içermesi gibi, Eosen de Paleosen'den daha zengindi. Bunun da ötesinde, Messel memelilerinin iki özelliği göze çarpıyor.

Birincisi, hikâyemdeki tüm memeliler plasentalıdır. Messel ormanlarında yaşayan metatherialar da mevcuttu (keseli sülalesinin üyeleri), ama, bunlar öyle figüran karakterlerdi ki bahsetmeye değmez. Eski gölden çekip çıkarılmış binlerce hayvan iskeleti içinde, yalnızca beş tanesi metatheriadır. Bunlar, opossumlardaki gibi kavramaya yarayan kuyruklarını ve güçlü ayaklarını dallara asılmak için kullanan hepçillerdi. Fakat, orman nişlerinde kemirgenlerin ve primatların yanında sayıları çok azdı. Bu durum, genel evrim hikâyesini yansıtıyor: Metatherialar, Kretase sonundaki yokoluşun ağır darbesini yedikten sonra, on milyonlarca yıl boyunca Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika'da tutunmayı başardılar, ama, ardından kuzey topraklarında gözden yittiler. Güney Amerika'ya ve Avustralya'ya yayılmaları sayesinde soyları kurtuldu. Bu topraklarda tekrar çoğalabileceklerdi. Bu hikâyeye daha sonra döneceğiz. Peki, multituberculatalara ne demeli? Kretase'de çok yaygınlaşan, yokoluşu sağ salim atlatıp Paleosen'de irileşen başlıca grup onlardı. Messel'de ise bunların emaresi yok: ne tek bir iskelet, ne tek bir çene, hatta ne de alameti farikaları olan Lego parçası misali azıdişleri. Messel Gölü kendi hazinelerini gömerken, multituberculatalar yokoluş sürecine girmişti. Eosen sonuna gelindiğinde, yaklaşık 34 milyon yıl önce, yok oldular.



Messel memeli fosillerinin montajı: ***Macrocranion*** (üstte), ***Lesmesodon*** (altta solda), ***Messelobunodon*** (altta sağda). (fotoğraflar, sırasıyla, H. Zell, Norbert Micklich ve Ghedoghedo'ya aittir)

Messel faunasının ikinci önemli veçhesi, bu plasentalıların bize tanıdık gelmesidir. Bunları, günümüzde var olan başlıca altgruplara sınıflandırabiliriz. Kahramanımız kısrak *Eurohippus*, bir attır. Fırça kuyruklu *Ailuravus*, bir kemirgendir. Dallara tutunan *Darwinius*, bir primattır, vesaire. Oysa dinozorların yokoluşunun ardından gelen ilk 10 milyon yıldaki Paleosen memelileri için aynısı geçerli değil. Son bölümden hatırlarsınız, Paleosen New Mexico'sunda sürüsüne bereket plasentalı vardı. Gel gör ki bunlar tuhaf görünür ve sınıflandırılmaları güçtür. Göktaşından birkaç yüz bin yıl sonra Memeli Çağı'nın

perdesini açan üç ana grup olan condylartha, taeniodon ya da pantodon da nedir ki? Kemirgenlerin kemirici kesicidişleri ya da primatların kavrayıcı parmakları gibi günümüzün plasentalı gruplarıyla bariz ortak noktaları yok. Bunun yerine, genelleşmiş, ilkel bir görünüm çiziyorlar; öyle ki çoğunlukla "arkaik" plasentalı olarak küçümseniyorlar. 1800'lerin ikinci yarısında bunların fosillerinin ilk kez keşfedilmesinden bu yana, Edward Cope ve tümen tümen paleontolog, bunları memeli aile ağacına yerleştirmekte güçlük çekti.

Bilim insanları yüzyılı aşkın süredir memeliler için aile ağaçları kuruyor. George Gaylord Simpson'ın, 350 sayfalık manifestoyla desteklenmiş çığır açan 1945 tarihli sınıflandırması, fikir birliğini güçlendirdi. Simpson, yirminci yüzyıl paleontolojisinin dev isimlerinden biridir. Bugün iş başında olan doğal seçilim yasalarının eski türler için de geçerli olduğunu göstererek, fosilleri, evrim biyolojisinin "yüce sofrasına" taşıdı. Simpson, kapıdan kapıya pazarlama işinde çalıştıktan sonra üniversiteye girdi. Burada fosillere sevdalandı. Yirmi iki yaşında ilk kez bir saha ekibine şoför olarak katıldı (gerçi araba sürmeyi bilmiyordu). Birkaç sene içinde Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nde küratör oldu. New Mexico'da muntazaman saha çalışmaları yapıyor, Cope'un Paleosen yatakları üzerindeki Eosen kayaçlarına odaklanıyordu. Simpson'ın meslek yaşamı İkinci Dünya Savaşı'nda kesintiye uğradı. Savaş sırasında Kuzey Afrika'da ve İtalya'da istihbarat subayı olarak görev yaptı. İki adet Tunç Yıldız madalyası kazanmakla kalmadı, ayrıca doğrudan Dwight Eisenhower'a başvurarak, General George Patton'ın, sakal kes emrine uymadığı iddia edilir. Eisenhower o sıralar Avrupa'da ABD Genel Kurmay Başkanı'ydı, daha sonra da devlet başkanı olacaktı.

Simpson sözü geçen biriydi. Oluşturduğu aile ağacı, onlarca yıl hakikat kabul edildi. Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'ndeki ardıllarından Mike Novacek 1992'de bu aile ağacını güncelledi. Gobi Çölü'nde Kretase memelisi toplarken onunla daha önce tanıştık. Novacek'in soykütüğü genel haliyle Simpson'ınkine benziyordu. Ornitorenk gibi yumurtlayan tekdelikliler, en ilkel memelilerdi. Bunların ardından keseliler ve plasentalılar geliyordu. Plasentalılar içinde, filler, tek sayıda ayak parmaklı atlar ve çift sayıda ayak parmaklı sığırlar gibi toynaklı memeliler yığınına yerleştirildi; yarasalar, iri beyinli ağaç sakinleri kümesindeki primatlara yakın yuvalandı; karıncaları mideye indiren pangolinler, karıncayiyenlerin ve tembelhayvanların yanına tünemişti; üstelik Insectivora denen ana böcekçil grubu da vardı ki, bütün dünyadan pek çok ufak, hızlı büyüyen canlı içeriyordu. Bu ilişkilerin çoğunluğu, sezgisel mercekten bakınca mantığa sığıyor, çünkü Novacek'in ağacı, tıpkı Simpson'ınki gibi, anatomiye dayanıyordu. Belirli özellikleri paylaşan memeliler (mesela toynaklar ya da böcekleri delmeye yarayan sivri küspisli azıdişleri), aynı kümeye alınıyordu. Akla yatıyor: Evrim,

doğal seçilim yoluyla bedenleri yontar, dolayısıyla birtakım canlı türlerinin toynağı varsa, bu, ortak atalarının göstergesi demektir.

Bu aile ağacı yaklaşımında ciddi bir sorun var: yakınsak evrim. İki organizma benzer evrimsel baskılarla karşı karşıya kalmışsa, birbirlerinden bağımsız olarak aynı özelliği evrimleştirebilirler. Örneğin toynaklara bakalım. Toynakların yalnızca tek bir sefer, günümüzün tüm toynaklı türlerinin ortak atasında evrimleşmiş olması için hiç sebep yok. Bunun yerine, (birbirlerine uzak akraba olan) farklı canlı türleri hayatta kalmak için açık alanda hızlı koşmak zorunda kaldığında, toynaklar bağımsız olarak birkaç kez ortaya çıkmış olabilir. Aynısı sivri küspisli azıdişleri için de geçerli. Belki pek çok farklı memeli grubu böcekleri lezzetli buluyordu, böylece evrim aynı işi tekrar tekrar yaptı: Böceklerin kütikulasını (dış iskeleti oluşturan katmanlardan birini) delmeye mekanik açıdan uygun dişler üretti. Biçim, işlevin ardından geldiği için, bu dişler ilişkisiz pek çok evrimsel kazanımın ürünü olsa bile, doğal olarak benzer görünürler. Bu benzer azıdişlerini, bunların sahiplerinin yakın akrabalığının işareti sanmak kolaydır, oysa gerçekte sadece beslenmeleri ve ekolojileri benziyordur. Simpson da Novacek de bu tuzağın farkındaydı, fakat, ortak ata durumunu evrimsel yakınsamadan ayıracak gereçlerden mahrumlardı.

DNA imdada yetişti, ama ancak 1990'ların ikinci yarısında. İnsan Genom Projesi çağıydı. Bilim tarihinin en büyük işlerinden biridir. Bu proje, genetik kodumuzun haritasını çıkardı, bütün insanlığın ortak temeline ışık tuttu. Bu dönemde, DNA parmak izi hukukta da yaygın teknik haline geldi, pek çok katil demir parmaklıklar arkasına yollandı. Hepsinin arkasında, giderek iyileştirilen gen dizisi okuma teknolojisi var. Burada esasen makineye insan dokusu yerleştirilir; alet, A, C, G, T harfleriyle temsil edilen gen bileşenlerinin oluşturduğu zincirleri okumak için kimyasal tepkimelerden yararlanır. Aynı yöntem hayvan dokusuna da uygulanabilir. Çok geçmeden biyologlar, aile ağaçları kurmaya yarayacak bir dolu yeni kusursuz kanıt elde ettiler.

Her A, C, G, T bazını bir özellik sayabilirsiniz; toynağın ya da sivri azıdişinin moleküler versiyonu. Birtakım hayvanların genom dizisini çıkarır, sonra da bunları hizalayarak karşılaştırırsanız, en benzer DNA'ya sahip canlı türlerini aynı kümeye aldığınız bir aile ağacı kurabilirsiniz. Fiiliyatta bunun anlamı, DNA'lardaki ortak mutasyonları temel alıp canlı türlerini bir araya getirerek aile ağacı inşa etmektir. O türler bu mutasyonlara sahipken, başka türlerde yoktur. Her mutasyon, dişin ya da toynağın oluşması gibi ayrı bir evrim hadisesidir. Anatomik özellikler gibi DNA da yakınsak evrimden etkilenebilir. Fakat, sorun bu kadar keskin değil, çünkü potansiyel olarak milyarlarca DNA baz çifti karşılaştırılabilir, böylece bir avuç yakınsak mutasyon kolaylıkla süzgeçten geçip elenebilir. Üstelik, DNA, anatomi yakınsaması vakalarını açığa çıkarabilir: Eğer

iki hayvan, birbirinden bağımsız olarak toynak evrimleştirirse, bunu muhtemelen farklı genetik patikalar yoluyla yaparlar, tıpkı iki tarihçinin, aynı kişinin, mesela Charles Darwin'in dış görünüşünü kendi kelimeleriyle betimlemesi gibi.

Böylece paleontologlar, iki memelinin ortak anatomik özelliklerinin olasılıkla ortak atadan mı geldiğini (böylece aile ağacı inşa etmek için kullanılabilir) yoksa yakınsamanın yanıltıcı etkisi mi olduğunu anlamalarını sağlayacak yönteme nihayet kavuşmuşlardı. Daha da iyisi, moleküler biyologlarla birlikte çalışarak DNA'yı kullanabilir, aile ağaçları kurabilir, anatomi kaynaklı sorunları baypas edebilirlerdi.

Memelilerin DNA temelli ilk soykütükleri 1990'ların ikinci yarısında ve 2000'lerin ilk yarısında moleküler biyolog Mark Springer ve çalışma arkadaşları tarafından yayımlandığında, paleontologlar şaşkınlığa uğradı. Simpson'ın savunduğu pek çok plasentalı ilişkisi dağılıp gitti. Anatomi yakınsamasından kaynaklanan birer yanılsama oldukları anlaşıldı. Genler, pangolinlerin karıncayiyenlerle ve tembelhayvanlarla yakın akraba olmadığını, kedi ve köpeklerle gruplandığını gösterdi. Yarasalar, primatların en yakın akrabası falan değildi. Köpeklerle, kedilerle, pangolinlerle, ayrıca tek sayıda ayak parmaklı (atlar gibi) tektoynaklılarla (Perissodactyla), hatta çift sayıda ayak parmaklı (mesela sığırlar) çifttoynaklılarla (Artiodactyla) daha geniş bir grup içinde bir araya geliyorlardı. Aile ağacına yayılmış başka toynaklı memeliler de mevcut; fillerle aynı gruba giren şirin, küçük damanlar gibi. Dolayısıyla toynaklar gerçekte birden fazla kez evrimleşti. Fakat, böcekçil çılgınlığı yanında bunun esamesi okunmaz. Simpson ile Novacek'in zamanında tek grup meydana getiriyor diye saydıkları bu hayvanlar, DNA ağacının her yerine yayılmıştı. Altın rengi köstebekler ve tenrekler gibi bazıları, damanlarla ve fillerle yakın akrabadır; sırf anatomiye bakarak kimsenin tahmin edemeyeceği sıradışı bir birleşme. Dolayısıyla, böcekçillik ve bunu mümkün kılan ayrık azıdişleri, farklı farklı sayısız memeli soyunda defalarca sıfırdan icat edildi.

Artık, Springer'ın belirlediği aile ağacı standart vasfıyla Simpson'ınkini takviye etmişti. Bu ağaçta plasentalılar, dört temel gruba bölünür. Ağacın gövdesinin alt kısımlarında, iki sülale dallanıp ötekilerden ayrılır. Bir tanesi, altın rengi köstebekleri, tenrekleri, damanları, filleri, artı yerdomuzlarını ve manati öbeklerini içeren beklenmedik birleşmedir. Bu gruba, Afrotheria adı verildi, çünkü üyelerinin çoğunluğu günümüzde Afrika'da yaşıyor ve fosil kayıtları, bayağı bir süredir bu kıtada olduklarına işaret ediyor. Erken aşamada ayrılan ikinci grup, Xenarthradır. Bu grup, karıncayiyenler, tembelhayvanlar, armadillolar gibi çoğu Güney Amerika türünü kapsar. Ağacın üst yapraklarını, Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya'ya yayılmış olan, ama, ekvatorun güneyinde de üyeleri bulunan, kuzeyli iki ayrık grup meydana getiriyor. Gruplardan birinin

adı Laurasiatheriadır; köpeklerin, kedilerin, pangolinlerin, tek ve çift sayıda ayak parmaklı toynaklı memelilerin, balinaların, yarasaların kliği. İkincisi, Euarchontoglirelerdir. Bizler bunun üyesiyiz. Primat kuzenlerimizle, tavşanlarla ve kemirgenlerle birlikteyiz.

Dolayısıyla, ağacın genel yapısı, anatomiden ya da ekolojiden ziyade coğrafyayı yansıtıyor. Başlıca plasentalı altgrupların geçmişi ekseriyetle, belirli kıtalarda ya da kara kütlelerinde sahnelendi. Birbirlerinden ayrı yaşarken bu altgruplar çoğunlukla, beslenme ve yaşam tarzı bakımından yakınlaşıyordu. Bu durum, kıtaların daha yakın olduğu dönemde altgrupların ayrıldığını, kıtalar uzaklaşırken Afrotheria ile Xenarthranın sırasıyla Afrika ve Güney Amerika'da yalıtıldığını düşündürüyor. Öte yandan kuzeyli gruplar, Kretase'den beri Kuzey Amerika'yı, Avrupa'yı ve Asya'yı ara sıra birbirine bağlamış olan yüksek irtifalı kara köprülerini serbestçe geçebildi. Bu genel şablona, yayılma olayları damga vurdu. Bazı Afrotherialar (mesela manatiler ve mamutlar) ve Xenarthralar (mesela armadillolar) kuzeye, primatlar ve kemirgenler gibi orman türleri güneye yöneldi. Kitabın geri kalanında bu coğrafi şablonları ve yayılmaları ele alacağız.

Springer'ın kurduğu soykütüğün coğrafi yapısı yeterince şaşırtıcı değilmiş gibi, paleontologlar, DNA kanıtlarının başka bir içerimine daha şaşakalmıştı. Kitabımızın açılış sayfalarında Pensilvaniyen çağı kömür bataklıklarında memeli soyunun sürüngen soyundan ayrılmasının öyküsü anlatılırken ele alındığı gibi, DNA, saat niyetine kullanılabilir. İki canlı türünün DNA'sını hizalayabilir, farklarını sayabilirsiniz. DNA mutasyonlarının normal birikme hızını biliyorsanız (laboratuvar deneyleri ve başka teknikler kullanılarak tahmin edilebilir), o iki türün son ortak atasının tarihini geriye doğru hesaplayabilirsiniz. İlkokuldaki matematik problemleri gibi düşünün: Ali ile Ayşe birbirinden beş yüz kilometre uzaktaysa ve haftada yüz kilometre hızla birbirlerinden uzaklaştıklarını biliyorsak, yollarının beş hafta önce ayrılmış olduğunu anlarız. Springer'ın ekibi bu mantığı DNA ağaçlarına uyguladıklarında bir şok dalgasına daha kapıldılar: Modern plasentalı soylarının pek çoğu (sırf Afrotheria ve Laurasiatheria gibi temel gruplar değil, primatlar ve kemirgenler gibi tekil soy hatları da), ta Kretase'de ya da erken dönem Paleosen'de ortaya çıkmış olmalıydı. Pek çok vakada, bu tarih, fosillerin ilk boy gösterdiği dönemin uzun süre öncesidir. Dolayısıyla kayıt altına girmemiş engin bir geçmişe işaret eder.

Bu durum, ilginç bir olasılık doğurur: Condylarthalar, taeniodonlar ve pantodonlar gibi o "arkaik" Paleosen plasentalılarının bazıları, belki de, modern grupların tekinsiz erken dönem geçmişlerinden kalma eksik fosiller olabilir. Bunlarla modern gruplar arasında rahalıkla bağ kuramadık, çünkü bugün o grupları tanımlayan imza niteliğindeki anatomik özellikler o erken dönemde henüz gelişmemişti. Aslında yeni bir fikir değil bu; ta Cope'un zamanında

paleontologlar, bu minvalde fikirler yürütüyordu. Bazı condylarthaların, tek sayıda ayak parmaklı ve çift sayıda ayak parmaklı toynaklı soyların erken dönem üyeleri olduğuna ve Kretase sonundaki göktaşı çarpmasının ardından yaşamış, ağaçlarda sallanan kimi memelilerin ilksel primatlar olduğuna dair makul kanıtlar var. En büyük handikap, fosiller söz konusu olduğunda, elimizde sadece anatominin bulunmasıdır. Daha önce gördüğümüz üzere, anatomi yanıltıcı olabilir. Elimizde bu tuhaf Paleosen türlerinin DNA numuneleri olsa, öğle kuşağı TV programlarında çocuğun gerçek babasını tek bölümde tespit eden babalık testi kadar hızlı ve kesin çözüme ulaşırdık (1990'lardan itibaren DNA devriminin mümkün kıldığı bir diğer iş).

Daha fazlasının yapılması gerekiyor, özellikle de ana aile ağacını kurmak için fosil anatomisinden elde edilen kanıtların günümüz türlerinin anatomisiyle ve DNA'sıyla birleştirilmesi yolunda. Asıl büyük proje budur. Laboratuvarım tam şu an bu konuda çalışıyor. Birkaç girişimin ardından, Avrupa Araştırma Konseyi'nden, o ana aile ağacının kurulması ve "arkaik" Paleosen türlerinin bu ağaca yerleştirilmesi için ödenek temin ettik. Bu konuda çalışan harika bir ekibimiz var; New Mexico yoldaşlarım Sarah Shelley ve Tom Williamson, memeli beyni uzmanı Ornella Bertrand, memeli anatomisi uzmanı (ve memeliler konusunda en sevdiğim akıl hocalarımdan biri) John Wible ve pek çok olağanüstü doktora öğrencisi. İlgili fotoğrafta herkes gösteriliyor; dolayısıyla bu işi çözecek biri varsa, o da biziz. Bu satırları kaleme alırken, neler bulacağımızı bilmiyorum.

Gerçi şimdilik şunu biliyoruz: Messel Gölü'nün Eosen'de ölülerini gömdüğü dönemde, günümüzün kilit plasentalı memeli grupları ortaya çıkmıştı, pek çoğunun sayısı artıyordu. Paleosen'den Eosen'e geçerken arkaik faunalar modernleşti. Bir kez daha, çevresel değişim mahmuzu, tetikleyici etkendi.

***

Paleosen bir sera dünyasıydı. New Mexico'nun "arkaik" plasentalıları bir yağmur ormanında yaşıyordu. Bu yemyeşil biyom, günümüzde aynı bölgeyi kaplayan kuru, çorak, kayalık araziden çok farklıdır. O dönemlerde, orta enlemlerin büyük kısmı, göktaşı çarpmasının ardından evrimleşmiş olan, çiçeklenen ağaçlarla kaplı tropikal altı ormanların meskeniydi. Buzsuz, ılıman ormanlarla örtülü yüksek enlemlerde timsahlar güneşleniyordu. Kar yağışı, en yüksek dağ zirveleriyle sınırlıydı; mesela yükselmekte olan Rocky Dağları gibi. Tüm bunların sebebi, atmosferin karbondioksitle dolu olmasıydı. Dünya bu yüzden ısınıyordu.

Derken, 56 milyon yıl önce Paleosen Eosen'e dönerken, sera daha da ısındı. Gökyüzüne daha fazla karbondioksit salındıkça, küresel sıcaklıklar beş ila sekiz santigrat derece yükseldi. Kuzey Kutup Bölgesi'nde ortalama kara sıcaklığı müthiş yükselip 25 santigrat dereceye ulaştı. Artık Kuzey Kutup Dairesi'nin *yu-*



Öğrencilerden ve meslektaşlarımdan oluşan ekibim. Memeli soykütüğünü araştırıyoruz. Arka sıra: Hans Püschel, Sarah Shelley, Sofia Holpin, Paige dePolo, Zoi Kynigopoulou, Tom Williamson. Ön sıra: Jan Janecka, ben, John Wible (ve gözde pangolini). (fotoğraf Steve Brusatte'nin izniyle basıldı)

karısındaki enlemlerde timsahlar, kaplumbağalar geziniyor, palmiye ağaçlarının gölgesinde dinleniyorlardı. Ekvator bölgeleri 40 santigrat derece duvarını yıkıp geçti, düşük enlemlerdeki geniş su kütlelerini girilmez bölgeler haline getirdi. Zira sıcaklık herhangi bir yaşam biçimini (eğer varsa) destekleyemeyecek kadar kavurucuydu. Dinozorları öldüren göktaşından beri dünyanın en sıcak olduğu dönemdi; bir daha hiçbir zaman bundan daha sıcak olmadı. Tüm bunlar çok hızlı cereyan etti: Karbon salımı en fazla 20.000 yıl sürdü, küresel ısınma ise 200.000 yıl içinde zirve yapıp sonrasında tavsadı. Yine de bütün dünyada yaşam alanlarını mahvetmeye, memeli evriminin gidişatını değiştirmeye yetti.

Paleosen-Eosen Isıl Azamisi ya da kısaca PEIA denen bu kısa süreli iklim değişikliği dönemi, jeolojik kayıtlarda ibretlik bir küresel ısınmadır. Günümüzdeki iklim değişikliğini daha iyi anlamayı, dünyamızın nasıl tepki vereceği konusunda tahminde bulunmayı isteyen nice bilim insanı bu olayı araştırdı. Bugün yaşadığımız belaya vaktiyle en çok benzeyen olay hiç şüphesiz budur. Fakat, sebebi farklıydı. Başımızdaki güncel ısınma, petrol ve doğalgaz yakılması sonucu açığa çıkan karbondioksit kaynaklıdır. PEIA, tarihöncesinin pek çok ısı dalgası gibi, yanardağların tetiklediği bir olaydı.

Siz bu satırları okurken, Kuzey Atlas Okyanusu'nun altında magma, mantodan ve kabuktan sinsice geçiyor, soğuk okyanus sularına ulaşınca bazalt kayaçlar halinde kabuk bağlıyor. Hâlâ büyüyen bu bazalt öbeğin bir adı var: İzlanda. Geç Paleosen'de Avrupa ile Kuzey Amerika'nın ayrılmaya başladığı nokta. O zamana dek, Grönland, Avrupa'yla bağlantılıydı. Derken magma yükselmeye başladı. İki kara kütlesini ittirerek ayırdı, Kuzey Atlas Okyanusu koridorunu açtı; 140 milyon yıl önce, ilk memelilerin koşturduğu dönemde başlayan Pangea ayrışmasının son sahnelerinden biriydi.

Magma kabuktan sızıp yüzeye ulaştıkça, etrafa yayılıp sil (damar katman) denen binlerce yatay tabaka oluşturdu. Bunlar, temas ettikleri organik maddeleri resmen pişirdi. Mazot yakan motorlar gibi bu da sera gazları saldı: karbondioksit ve daha kuvvetlisi metan. Trilyonlarca ton karbondioksit atmosfere sızdı, Paleosen'i zaten kavuran karbondioksit seviyesini iki ila sekiz kat yükseltti. Hava sıcaklıları hızla arttı, kayaçlarda bu durumu açığa vuran kimyasal parmak izleri kalmıştı: Daha ağır olan oksijen izotopunun (O^{18}) oranı hızla düştü. Bu izotopun nötron sayısı, hafif izotopun (O^{16}) nötronlarından fazladır. Laboratuvar deneylerinden hareketle, bu iki izotopun oranının, paleotermometre gibi iş gördüğünü biliyoruz; zira tam da Paleosen-Eosen sınırındaki beş ila sekiz santigrat derecelik artışı saptıyor.

Böyle şiddetli bir küresel ısınmanın ekosistemler ve memeliler üzerinde büyük yankıları oldu. Wyoming'in kuzeyindeki Bighorn Havzası'nda, Yellowstone'a giden turistlerin geçiş mevkisi üzerindeki azametli Bighorn Dağları'nın batısında bulunan, Paleosen-Eosen sınırına yerleşmiş, dünyanın en önemli memeli fosil kaydı incelendiğinde bu durum gayet güzel görülüyor. Philip Gingerich ile sıra sıra öğrencileri ve çalışma arkadaşları (aralarında Ken Rose, Jon Bloch, Amy Chew, Ross Secord var), kariyerlerini bu fosilleri belgeleyerek inşa ettiler. Topraktan, PEIA'yı sağ salim atlatmış memelilere ait binlerce iskelet, çene ve diş çıkardılar.

Günümüzde Bighorn Havzası çorak topraklardır, ama PEIA sırasında nemli, yeşil ormanları, Paleosen New Mexico'su ormanlarından farksızdı. Sıcaklık artışından önce, ormanlar, her dem yeşil kozalaklı ağaçların ve ceviz, karaağaç, defne gibi çiçekli ağaçların çeşitlilik içeren bir karışımıydı. İzlanda yanardağları karbonunu püskürtür, gezegen ısınırken, Wyoming, Eosen'in hemen başında kurudu. Kozalaklı ağaçlar soldu, yerlerini ısıya daha dayanıklı, özellikle bakla ailesinden ağaçlar aldı. Bunlar tropikal bölgelerden kuzeye doğru yaklaşık altı yüz ila bin beş yüz kilometre göç etmişti. Derken, magma kütlesi yavaşlayıp günümüzde de varlığını sürdüren bir sızıntıdan ibaret kaldı. İzlanda gayzerlerinin ve uçuşları iptal ettiren kül püskürmelerinin sebebi budur. Karbon fıskiyesi,

damlalığa dönüştü. Hava sıcaklıkları istikrar kazandı. Sağanak yağmurlar yeniden başladı. Kozalaklı ağaçlar geri döndü.

Bu 200.000 yıllık kargaşa (hava sıcaklığı dalgalanmaları, değişen bitki örtüsü, kuraklık ve yağmurların tekrar başlaması), büsbütün yeni bir memeli topluluğuna şekil verdi. Paleosen döneminde Wyoming, o dönemin New Mexico'suna benziyordu. "Arkaik" plasentalılar egemendi. Kayaçların karbon bileşimindeki değişikliklerin, yanardağ faaliyetlerinin başlangıcına işaret ettiği zamanda bu plasentalılar çoğalıyordu. Derken, müteakip 10.000 ila 27.000 yıl içinde, kayaçların oksijen alaşımı, sıcaklık artışını kayıt altına alırken, onlarca yeni memeli Bighorn Havzası'nda birdenbire boy gösterdi. Bunların başlıcaları, üç modern grubun ilk üyeleriydi. PEIA Üçlüsü dediğimiz gruplar: primatlar, çift sayıda ayak parmaklı çifttoynaklılar ve tek sayıda ayak parmaklı tektoynaklılar.

Bu Üçlü, Avrupa'da ve Asya'da aynı anda belirdi. Öyle görünüyor ki PEIA toplu bir göçü zincirinden boşaltmış. Üçlünün fosilleri öyle hızlı cisimleşiyor ki (çekirge sürüsü gibi), tam olarak nasıl göç ettiklerini söylemek güç. Asya'da ortaya çıkıp Avrupa'ya ve Kuzey Amerika'ya mı ulaştılar? Yoksa ters yönde ilerleyip tamamen başka bir rota mı izlediler? Belki daha önce New Mexico condylarthaları gibi "arkaik" plasentalılardan evrimleşip ücra bir vadiyle ya da dağla sınırlı kaldıktan sonra, ısınan iklim sayesinde zincirlerinden kurtularak kutup koridorları boyunca kuzeye mi yayıldılar? Yoksa PEIA dönemi sırasında, sıcaklık ve çevre değişikliklerinin hızlandırdığı evrim çılgınlığında mı ortaya çıktılar? Henüz emin değiliz. Tek bildiğimiz, her şeyin hızla cereyan etmiş olduğudur. Yanardağ faaliyetleri dindiğinde, en standart modern memeli ailelerinin üçü genel olarak kuzey kıtalarına dağılmıştı.

PEIA Üçlüsü'nün gelişi dönüştürücü etkide bulundu. Bighorn Havzası'nda göçmenler, ormanları sahiplendi. Yeni gelenler neredeyse anında ekosistemdeki bireylerin yaklaşık yarısını meydana getirir oldu. Yanlarında kendi alışkanlıklarını da getirdiler: Ortalamada yerel türlerden daha irilerdi, ayrıca beslenme tarzları, net biçimde yaprak tüketimi, meyve tüketimi ve et tüketimi kategorilerine uyuyordu, oysa yerel türlerin damak zevki daha hepçil, daha böcekçildi.

Göçmenler yeni adaptasyonlar da edindi. İlk Wyoming primatı *Teilhardina*, kocaman gözlüydü. El ve ayak parmakları dalları kavramak üzere tırnaklıydı. Esnek ayak bilekleri sayesinde ağaç dallarında zarafetle hareket edebiliyordu. En erken boy gösteren çifttoynaklı *Diacodexis*, geyik gibi görünüyordu, gerçi tavşan boyutundaydı. Bedeni, sürat yapmaya uyarlanmıştı: Bacakları uzun ve inceydi, uçlarında toynakları vardı. Bilekteki başlıca kemik olan topuk kemiğinin iki ucunda derin oluklar bulunuyordu. Bunlar sayesinde ayak, yana dönmeksizin boylamasına uzanıp esneyebiliyordu. Bu "ikili kasnak" koşulu, günümüz

çifttoynaklılarının (ineklerden develere) alameti farikasıdır, ayak bileklerini burkmaksızın hızlı koşmalarını sağlar. Öncü Wyoming tektoynaklısı, minik at *Sifrhippus*, başka bir açıdan süratliydi. Onun da uzun bacaklarının ucuna tünemiş toynakları vardı, ama, daha esnek omuzları ve leğen kemeri eklemleri, zemindeki gür bitki örtüsü üzerinde dört nala koşarken daha yüksek manevra kabiliyeti kazandırıyordu; Eosen'in daha ileri evrelerinde, ısınma dalgasından sonra yaşamış, yakın kuzeni Messel kısrağı *Eurohippus* gibi. Genel olarak, tüm bu göçmenlerin beyni, Paleosen'in "arkaik" plasentalılarının beyninden iriydi.

Küresel ısınmaya göğüs gererlerken, bu göçmenlerin (ve kimi yerel türlerin) birçoğunun başına tuhaf şeyler geldi. Cüceleştiler. Sonrasında iklim soğurken, tekrar irileştiler. Bu şablonu önce Phil Gingerich fark etti. Daha sonra yüksek lisans öğrencilerinden biri, Ross Secord, bu olayın sebebini çözdü. Şimdi Nebraska Üniversitesi'nde profesör olan Ross, New Mexico saha ekibimizin üyesidir. Bighorn Havzası kamplarındaki disiplini, biraz dağınık gibi görünen ekibimize aşılıyor. Kurduğu çadırlar daima derli toplu; akşam yemeği (tertemiz bir çadır mutfakta pişiriliyor) her zaman vaktinde çıkıyor; ister geleneksel usulle ekmek arasına konsun, ister burrito içine doğransın, isterse de makarna üzerinde ikram edilsin, bu yemekler çoğunlukla bir sosisli sandviç çeşidi içeriyor (itiraf edeyim ki sosisli makarna, İtalyan-Amerikan duyarlılıklarıma her zaman ters geliyor). Ross'a çok saygı duyuyorum: Memeli anatomisinin ayrıntıları konusundaki uzmanlığını, kayaçlarda karbon ve oksijen izotopu ölçümü yapma tekniğiyle birleştiren ender bir paleontolog. Böylece eski memelileri çevresel bağlama oturtabiliyor, hava sıcaklıları ve iklim değişirken nasıl değiştiklerini anlayabiliyor.

2012'de yayımlanmış çığır açan bir araştırmada, Ross, Bighorn Havzası memeli fosillerini etüt etti. Paleosen'de yerel türlerin yaklaşık yüzde 40'ının PEIA sırasında ufaldığını, ardından bunların çoğunun tersine bir sıçrayışla tekrar irileştiğini buldu. Göçmenlerin kaderi bundan bile çarpıcıydı, özellikle küçük at *Sifrhippus*'unki. İlk at yerleşimciler, Bighorn Havzası'na, yanardağlar karbon salmaya başlamışken girmişti. Üstelik bunlar pek ufaktı: ortalamada yaklaşık 5,6 kilo. Ardından, sıcaklıklar artarken, atlar ufaldı. Yaklaşık yüzde 30 büzüştüler, 3,9 kilo gibi küçük bir ortalamaya düştüler. Dolayısıyla gelmiş geçmiş en minik atlar arasındaydılar. Aşağı yukarı 130.000 yıl boyunca bu şekilde kaldılar, ardından iklim yumuşarken kütleleri süratle yüzde 75 arttı, ortalama 7 kiloya erişti. Oksijen izotopu paleotermometresinin gösterdiği üzere, boyut değişikliği eğilimi, sıcaklıktaki eğilime neredeyse kusursuz uyuyordu. Dünya ısınırken, bu atlar giderek ufaldı, dünya soğurken, atlar yine irileşti.

Günümüzde benzer bir gidişat görüyoruz. Gerçi bu seferki zamansal değil uzamsal ölçekte işliyor: Sıcak alanlarda yaşayan hayvanlar, Bergmann kuralı

denen ekoloji yasası uyarınca, soğuk iklimlerdeki çağdaşlarına kıyasla çoğunlukla ufaktır. Bunun sebepleri bütünüyle anlaşılmış değil, ama olasılıkla, daha ufak hayvanların, tombul hayvanlara kıyasla hacimlerine göre yüzey alanlarının daha geniş olması, bu sayede aşırı ısıdan daha rahat kurtulmalarıdır. Ross'un bulgularının net olarak ortaya koyduğu üzere, günümüzde sıcaklıklar yükseldikçe, pek çok memelinin ufalabileceği tahmininde bulunabiliriz. Buna insanlar da dahil olabilir. Nihayetinde, bizler de memeliyiz; PEIA Üçlüsü'ndeki mini atlarla ve primat akrabalarımızla aynı ekolojik ve evrimsel baskıların bazılarına tabiyiz.

Üçlünün Wyoming'e yerleştiği ve boyutlarının oynayıp duran sıcaklığa göre dalgalandığı dönemde, ormanlar hiç olmadığı kadar çeşitlilik kazandı. Göçmenler, yerel türleri imha etmeksizin göç edebildiklerinden bu tablo bozulmadan devam etti. Condylarthalar, pantodonlar ve taeniodonlar gibi "arkaik" plasentalılar, yeni türlerin yanında varlığını 10 milyon yılı aşkın süre boyunca sürdürdü. PEIA küresel ısınmasının (daha önce gördüğümüz, Permiyen sonudaki ve Triyas dönemindeki volkanik iklim değişikliklerinin aksine), toplu yokoluşa yol açmaması paradokstur. Fakat, PEIA göçünün neticeleri yavaş seyredecek, kendini zamanla gösterecekti. "Arkaik" plasentalılar bir süre hayatta kaldı, ama, ölüm fermanları imzalanmıştı bile. Gelecek, maymunların, sığırların ve atlarındı.

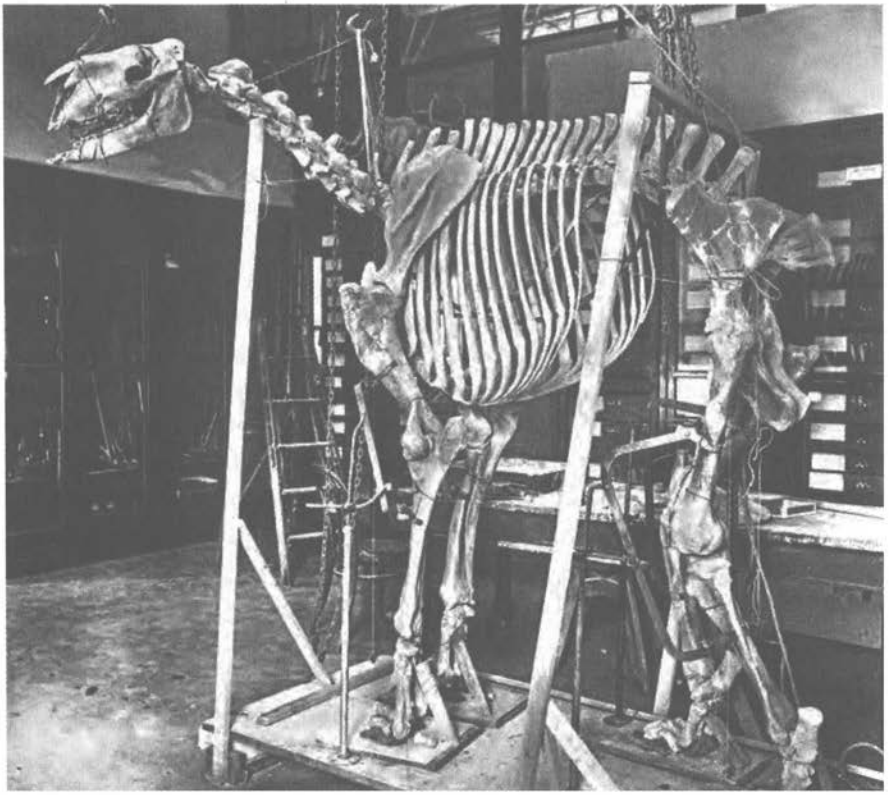
Eosen'in geri kalanında, sayıları cidden artanlar, atlar ve bunların tektoynaklı akrabaları oldu. Günümüzde tektoynaklılar, daha yüksek çeşitlilik içeren çifttoynaklı kuzenlerinin yanında önemsizdir; tek sayıda ayak parmaklı atların, gergedanların, tapirlerin yirmiden az türü var, oysa çift sayıda ayak parmaklı ineklerin, develerin, geyiklerin, domuzların ve balinaların (balinalar, karada yaşayan çifttoynaklılardan evrimleşti; gelecek bölümde göreceğiz) tür sayısı neredeyse üç yüzdür. Bu gruplar, ayakları temel alınarak tanımlansa da, sindirim sistemleri de farklılaşır. Tektoynaklılar, gıdaları bağırsağın arka kısmında mayalandırır. Bu işlem, mideden geçerek gelen bitkisel gıdadaki selülozu parçalar. Bizler de, çoğu memeli de öyleyiz. Öte yandan birçok çifttoynaklı, işin büyük kısmını midede halleder; bunların midesi, dört hazneden oluşan çok kısımlı bir yapıdır. İnekler bu sebeple "geviş getirir," yani gevişi yeniden çiğnerler: Yiyeceği yutarlar, ilk iki mide haznesinde işlemden geçirirler, sonra o gıdayı tekrar ağızlarına getirirler, ilaveten çiğnerler, ardından tekrar bütün mideden geçirirler. Bu esnada, yediklerinin her lokmasından azami besin elde ederler; ot gibi sert ya da düşük nitelikli bitki örtüsü yerken etkili bir numaradır. Fakat, Eosen hâlâ ormanların hakimiyetindeydi. Otlaklar çok daha sonrasına kadar yayılmayacaktı. Meyvelerin, yaprakların bol olduğu bu dünyada, tektoynaklılar çoğalmaya hazırdı.

Atlar, gergedanlar, tapirler Eosen'de ortaya çıkmıştı, ama, zamanın en kayda değer tektoynaklıları, artık yok olmuş iki gruptu. Bunlar, müthiş beden tipleri sayesinde, hayal gücümüzü körükleyen fantastik hayvanların en fantastikleri arasındaydı. Bu gruplardan biri, brontothereler, Eosen'den sağ salim çıkamadı. Öteki grup, chalicothereler, bir milyon yıl öncesine kadar Afrika'da varlığını sürdürüp burada insansı atalarımızla temas ettiler. Atalarımız muhtemelen bunları avlıyordu.

Brontothereler ("gök gürültüsü hayvanları"), Eosen'in en iri memelileriydi. Geçmiş çağların devasa dinozorlarını hakikaten taklit etmeye çalışan ilk memelilerdi. "Gök gürültüsü hayvanı" lakabı, iki seviyede iş görüyor. Bu kürklü ve boynuzlu devler, yürürken yeri gerçekten sarsıyordu. Ayrıca bu isim, "Gök Gürültüsü Hayvanları" adlı öyküyü çağrıştırıyor. Bir Siyu efsanesine konu olan bu ulu karakterler, gök gürültüsü koparken bulutlardan aşağı atlayıp bufalo sürülerini, Amerikan Yerlisi avcı gruplarına doğru sürerler. Hikâye kulağımıza biraz zorlama gelebilir, ama yalnızca mitten ibaret değildir. Siyular, zorla yerleştirme kamplarına gönderilene kadar Batı Amerika ovalarında yaşıyordu. Böylece Avrupalı yerleşimciler onların topraklarını ve altınlarını çalabildi. Yerlilerin etrafı fosillerle de çevriliydi. Bunları fark ediyor, topluyor, bugün bizim yaptığımız gibi anlam vermeye uğraşıyorlardı. Othniel Charles Marsh (Kemik Savaşları'nda Edward Cope'un büyük rakibi), Siyu şefi Kırmızı Bulut'un dostuydu. Bu huysuz kemik avcısından çok beklemeyeceğimiz bir tevazuyla, kabilelerin çektiği zorlukları ABD hükümetine anlatmak için epey çaba sarf etmişti. Bir Siyu kabilesinin üyeleri, Marsh'ın ekibine brontothere çene kemiği gösterip "Gök Gürültüsü Hayvanları"nın hikâyesini anlatmışlardı. Dolayısıyla nesli tükenmiş bu tektoynaklılar için brontothere adını resmen öneren kişi, 1873'te Marsh oldu.

İlk brontohereler, minyatür Eosen atlarına hayli benzeyen mütevazı birer sürat koşucusuydu. Derken, evrim çığrından çıktı. Eosen sırasında brontoherelerin ebadı şişti. En irilerinin boyu yaklaşık iki buçuk metreye, ağızdan kuyruğa uzunluğu beş metreye varıyordu. Terazide ağırlıkları iki ila üç ton geliyordu. Bu aşağı yukarı modern Afrika orman filinin boyudur. Brontothereler irileşirken, bedenleri yağlandı, tıknaz hale geldi, uzuvları Yunan sütunlarına dönüştü, ağız kısımlarından boynuzlar baş verdi. Pek çok brontotherenin boynuzları, üst kısmında çatallanıp ikiye ayrılırken, kimilerinin yukarı yönlü kavis çizen tek, korkutucu, bir metrelik koçbaşı vardı. Güreşe tutuştuklarında veya kafa kafaya dövüşlerde kullandıkları göz korkutma aygıtlarıydı, tıpkı günümüzde pek çok boynuzlu memelinin yaptığı gibi. Brontothereler toplumsal hayvanlardı. Sürüler halinde gezerlerdi. Onlarca iskeletin bir arada korunup günümüze





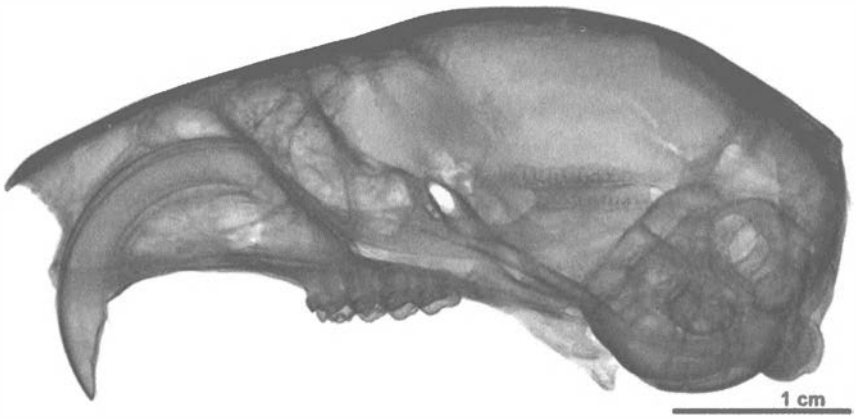
ulaştığı toplu ölüm sahalarının keşfedilmesi bunun işaretidir. Bu devlerin yüzlercesinden oluşan sürüyü gözünüzde canlandırabilirsiniz. Eosen ormanlarında adeta toprağı sürerek homurdanıyor, eğreltiotlarını ve çalıları eziyor, yalnızca onların ulaşabildiği (minik at kuzenleri bunu yapamazdı) lezzetli yaprakları ve meyveleri arayarak ilerlerken çayırı silip süpürüyorlardı.

Brontothereler sıradışı olsa da, chalicothereler karşısında üstünlükleri yoktu. Bunlar hiç şüphesiz gelmiş geçmiş en akla zarar memelilerden biriydi. At ile goril çiftleşmiş gibi görünüyorlardı. 1830'larda kemikleri ilk keşfedildiğinde, iki farklı hayvana ait oldukları düşünüldü: Bir tanesi at kafasına sahip, toynakları bilinmeyen bir canlı, öbürü ise kafatası eksik, uzun pençeleri eğri, tuhaf bir karıncayiyen benzeri hayvan. Yarım yüzyıl sonra yapboz parçaları bir araya getirilip kafanın da pençelerin de aynı hayvana ait olduğu anlaşıldı: Uzun kollu, kısa bacaklı, sersemlemiş gibi yumrukları üstüne dayanarak yürüyen, böylece keskin pençelerinin yere sürtünmesini önleyen akıllara zarar bir acayiplikti. Pençelerin amacı, kendini savunmak ya da av yakalamak değildi. Bunun yerine chalicothereler kalçaları üstünde oturuyor, ağaca dayanıyor, pençelerini kullanarak dalları aşağı çekiyorlardı. Muhtemelen kavrayıcı dillerine yer açıp dallardan yaprak sıyırabilmek için (zürafalarda olduğu gibi) yetişkin çağlarında ön dişlerini yitiriyorlardı. Atalarımızın bu tür bir canlıyla karşılaştığında ne düşünmüş olabileceğini gözümüzde canlandıralım; bugün onlara tanıklık edemediğimiz için de hayıflanalım, çünkü yokoluşu sağ salim atlatmış olsalar, hayvanat bahçelerimizde en çok rağbet gören sergiler olarak fillerin ve pandaların yanındaki yerlerini alırlardı.

Chalicothereler, brontothereler ve diğer tektoynaklılar Eosen sırasında çeşitlenirken, yanlarına başka gruplar da katıldı. Sırf PEIA ailesinin diğer üyeleri değil, günümüzde müthiş önemli iki ilave aile daha eklendi: kemirgenler ve carnivoralar (etçiller). İkisi de Paleosen sırasında, sıcaklık artışından önce, ama, PEIA Üçlüsü'nün yanı sıra geniş ve uzak bir menzile yayıldıktan sonra belirmişlerdi.

Erken dönem kemirgenler (mesela *Paramys*) sincap ile çayır köpeği karışımına benziyordu, çoğunlukla ağaçlarda yaşıyorlardı. Günümüz sıçanlarının, farelerinin, kunduzlarının ve akrabalarının iki tipik özelliğine sahiplerdi: Çeneyi ileri geri kaydırarak çiğneme yeteneği ve kemirme işi için kesicidişlerin giderek büyümesi. Kemirgen kafatasının röntgen filmini çekerseniz, kesicidişlerin kocaman olduğunu görürsünüz: Yalnızca uç kısmı diş etinden dışarı fırlar, ama dişin çoğu çenenin içinde saklıdır. Çene içinde epey geriye doğru kıvrılır, kökü

Solda: Soyu tükenmiş tuhaf tektoynaklılar: Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nin klasik sergilerinden bir brontothere (üstte) ve bir chalicothere (altta). (fotoğraflar AMNH Kütüphanesi'ne aittir)

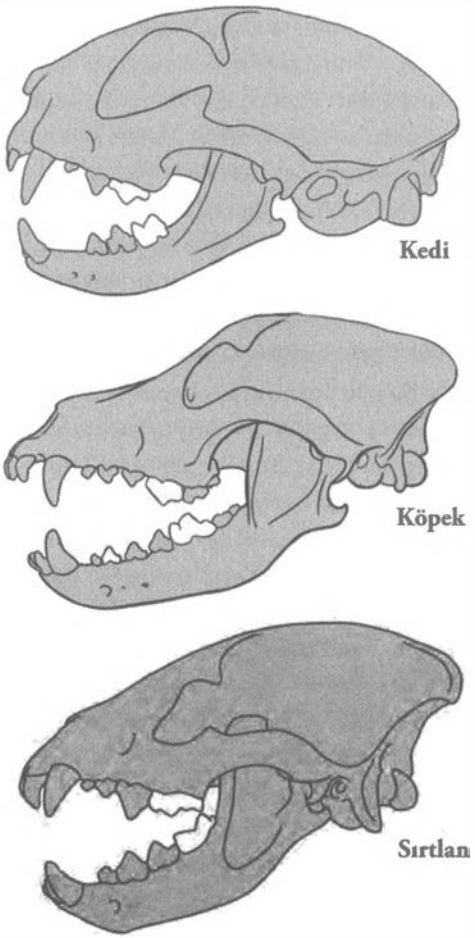


Kızıl sincap kafatasının röntgen filmi, inanılmaz uzun ve kıvrık kesicidişleri gösteriyor. Bu dişlerin kökleri, çenenin iç kısımlarına kadar uzanıyor. (fotoğraf Ornella Bertrand'a aittir)

çoğunlukla azıdişlerinin arkasına kadar uzanır. Bu üstün yeme adaptasyonları, kemirgenlerin, eskiden çeşitlilik sergileyen multituberculataları rekabette alt etmesini kolaylaştırmış olabilir. Dinozorlar Çağı'nda ve Paleosen'in büyük kısmında kemirme ve bitki çiğneme nişlerine bu canlılar hükmetmişti. Eosen'in sonuna gelindiğinde, multituberculataların nesli tükenmişti, kemirgenler de günümüzdeki müthiş çeşitliliklerine uzanan yolda ilerliyordu. Bugün, iki yüz bini aşkın kemirgen türü vardır; tüm memelilerin yaklaşık yüzde 40'ı.

Bu kemirgenleri, küçümen atları ve riske girmek istiyorlarsa belki brontotherleri de yiyen hayvanlar, carnivora takımıydı: kedi ve köpek grubunun üyeleri. Paleosen'in büyük kısmında yırtıcı nişlerini, New Mexico'nun *Eoconodon*'u gibi keskin köpekdişli "arkaik" condylarthalar dolduruyordu. Carnivora, eti kesip kemikleri kırmaya yarayan yeni bir diş alet takımı evrimleştirerek bir adım öne geçti: bıçak dilgilerine benzeyen irileşmiş yanak dişleri (ya küçük azıdişleri ya da büyük azıdişleri). Parçalayıcı diş denen bu dişlerden ağızda dört tane var. Üst ve alt çenenin her yanında birer tane. Birbirinin muadili alt ve üst çiftler, carnivora ısırığı sırasında altlı üstlü iş görür. Kedinizin ağzının içine bakmaya cüret ederseniz, tehditkâr parçalayıcı dişleri görürsünüz. Öteki dişleri sıkıştırarak öne çıkmışlardır. Kemik çiğneyen bir köpeği izlerseniz, iliğe ulaşmak için ön köpekdişleri ve kesicidişler yerine ağzının kenarındaki parçalayıcı dişleri kullandığını fark edersiniz. Ustura keskinliğindeki yeni dişleriyle, carnivora grubu (aslanlar, kaplanlar, sırtlanlar, kurtlar), "arkaik" etçillerin yerini aldı. O zamandan beri de besin zincirinin tepesini mesken tuttular.

PEIA'nın üzerinden çok geçmeden ve Messel memelilerinin göl gazlarından dolayı nefessiz kalıp boğulduğu dönemde kesinlikle, ekosistemler bize tanıdık gelmeye başlardı. Birdenbire Eosen ortasına ışınlansak, etrafı *o kadar* acayip bulmazdık. Hiç şüphesiz brontohere ve chalicothere, bir şeylerin tuhaf olduğunu bize gösterirdi, ama, atlar, primatlar, kemirgenler ve küçük köpeklere benzeyen etçiller de görürdük. Fakat, durumun sadece kuzey kıtalarında böyle olduğunu aklımızdan çıkarmayalım: yani, Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'da. Güney toprakları ise kuzeyden okyanusla ayrılmıştı. Kretase'den beri öyleydi ve ekosistemleri epey farklıydı. Aslında Güney Amerika, o dönem bir ada kıtaydı; bu kıtanın memelileri, kendilerine has bir evrim oyunu sahneliyordu.



Carnivora memelilerindeki bıçak keskinliğinde parçalayıcı dişler (beyaz renkli). (Sarah Shelley'nin çizimi)

Güney Amerika Yerlileri de, tıpkı Kuzey Amerika ovalarının Siyuları gibi, ara sıra taşlaşmış kemiklere rastlardı. Siyuların "Gök Gürültüsü Hayvanları" olarak hürmet ettiği bu tür kemikleri, güneyli kabileler lanetliyordu. Bunları, muzır davranışlarından ötürü Tanrı'nın cezalandırdığı ilkel devler sayıyorlardı. Bu öyküler, 1500'lerden itibaren Güney Amerika'nın büyük kısmını gaddarlıkla sömürgeleştirmiş olan İspanyol istilacılara, daha sonra Katolik misyonerlere aktarıldı.

1832'de yine Hıristiyan bir seyyah, günümüzün Arjantin ve Uruguay toprakları olan Atlas Okyanusu kıyısına geldi; soylu bir aileye mensup yirmi üç yaşındaki bu İngiliz, kısa süre önce Cambridge'ten mezun olmuştu. Edinburgh tıp fakültesinden ayrıldıktan sonra, babası, ilahiyat okuması için bastırdı. Yeni diplomasının ona uygun gördüğü kader, Anglikan taşra rahibi olarak sessiz sedasız bir yaşam sürmekti. Onun gözünde korkunç bir yazgıydı bu. *Beagle* adlı gemiyle dünyayı dolaşma fırsatı sunulduğunda, genç adam bu teklifin üstüne atladı. Göz kamaştırıcı bir makam değildi: Gemi kaptanına, kamarasındaki akşam yemeklerinde eşlik edecekti. Kaptan, sohbet edebileceği kendisi gibi üst tabakadan birini arıyordu, çünkü emekçi sınıfından denizcilerle birlikte yemek yemeyi gururuna sığdıramıyordu. Gemi 1831'in ikinci yarısında Plymouth'dan ayrıldığında, müteakip beş senenin nasıl cereyan edeceğini, hedefsiz müstakbel vaizin günün birinde, yolculukta gözlemlediklerini kağıda dökerek Batı uygarlığını temelden sarsacağını kimse tahmin edemezdi.

Charles Darwin'in *Beagle* yolculuğu efsaneleşti. Çoğu anlatıda, kahramanlığın zirvesi, Galápagos Adaları'nda boy gösterir. Bu adalar, Ekvador'un batı kıyısı açıklarındadır. Darwin, burada bir aydınlanma geçirdi diye tasvir edilir. Adalardaki pek çok ispinoz türünden hareketle (her biri farklı adada yaşar; belirli gıdalar için özelleşmiş kendi eşsiz gagaları vardır), canlı türlerinin, doğal seçilim yoluyla evrimleştiğini gün yüzüne çıkardı. Fakat, ilginçtir, Darwin *Türlerin Kökeni*'ni yazarken en önce bu öyküyü anlatmamıştı. Bunun yerine, açılış paragrafında, Güney Amerika anakarasında gördüğü başka bir şeye değiniyordu: fosillere. *Beagle* kıyı boyunca ilerler, art arda limanlarda demir atarken, Darwin gemiden ayrılıp kara içlerine girerdi. Bu yolculukların pek çoğunda iri memelilerin fosilleşmiş kemiklerini topladı. Anatomi uzmanı olmadığından bunları İngiltere'ye yolladı. Fosilleri inceleyen kişi, o zamanlar Darwin'in arkadaşı olsa da ileride onu en şiddetli eleştiren isimlerden biri haline gelecek olan, yine genç bir doğa bilimciydi: tekrar tekrar karşımıza çıkan kötü adamımız Richard Owen.

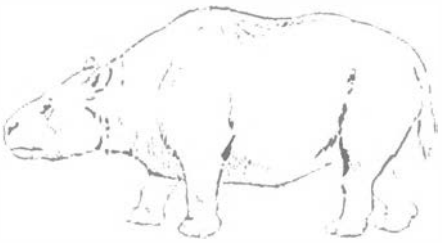
Bu memelilerin pek çoğunu, Darwin gibi uzman olmayan biri bile anında tanıyabiliyordu. Yerel efsanelerde anlatıldığının aksine, bunlar dev insanlar değil, tembelhayvan ve armadillo kemikleriydi; günümüzde bütün Güney Amerika'ya yayılmış iki özgün plasentalı memeli grubudur, ama Darwin bunların

Avrupa'da yaşamadığını biliyordu. Gel gör ki, günümüz tembelhayvanlarıyla ve armadillolarıyla özdeş değillerdi: Pek çok vakada daha irilerdi. Özellikle tembelhayvanların büyüklüğü çarpıcıydı. Farklı bir türe mensup oldukları açıktı. Bu şeyler Darwin'i heyecanlandırdı. Güney Amerika'nın bugünkü sakinlerine açıkça benzeyen, ama, ölüsü ya da dirisi fiilen hiçbir yerde bilinmeyen, soyu tükenmiş tuhaf hayvanlara rastlamıştı. Darwin'in açılış paragrafındaki sözleriyle ifade etmek gerekirse, bu kemikler, "Bugünün sakinlerinin geçmiş sakinlerle akrabalığına" işaret ediyordu. İspinozların da ötesinde, Darwin, memeli soyundaki bu devamlılığı, türlerin zamanla değiştiğini ileri süren kuramı için temel kanıt sayıyordu ("aynı kıtada ölüler ile canlılar arasındaki bu harika ilişki" diyordu).

Fakat, öteki memelilerin bazıları Darwin'i afallattı. Owen'ın *Macrauchenia* diye isimlendirdiği canlı türü, yaklaşık 3 metre uzunluğundaydı, ağırlığı bir tonun üzerindeydi, uzun boyunluydu ve bacakları gergindi. Bir nevi deveye benziyordu, ama ayakları çok daha kocaman ve gürbüzdü. Gergedan ayağını epey andırıyordu. Owen'ın *Toxodon* adını verdiği yaratık daha da tuhaftı. Onun da ağırlığı bir tonu aşıyordu. Yapılı bedeni, gergedan ya da hipopotam görüntüsü çiziyordu, ancak, kemirgenler gibi yüksek taçlı ve daima büyüyen dişlere sahipti, ayrıca manati gibi su hayvanlarını andıran, geriye doğru kaymış burun delikleri vardı. Darwin bunun için, "Belki de şimdiye dek keşfedilmiş en tuhaf hayvan," demiş, anatomi özelliklerindeki uçuk birleşimin, günümüzde ayrı aileler halinde sınıflandırılan memeli gruplarının bir zamanlar "harmanlanmış" olduğu anlamına geldiği fikrini yürütmüştü. Yolculuğunda, canlı türlerinin zamanla nasıl değiştiği üzerine kafa yormasını sağlayan gözlemlerden biriydi.

İşin felsefesi bir yana, bu memeliler tam olarak neydi, nasıl sınıflandırılmaları gerekiyordu? *Beagle* yolculuğunun onlarca yıl ardından, üç kardeş, bu soruları yanıtlamaya çalıştı. Ameghinolar Arjantin'de, İtalyan kökenli yoksul göçmenlerden oluşan bir ailede doğdular. Darwin cinsinden varlıklı beyfendilerin aksine, alın teriyle çalışarak geçinmek zorundaydılar. Juan kitapçı işletiyordu. Dükkândan elde ettiği kâr sayesinde, Carlos'un Patagonya yolculuklarının masraflarını karşılıyorlardı. Carlos'un topladığı fosilleri, Florentino inceliyordu. Carlos binlerce memeli keşfetti, Darwin'in bahsettiği *Macrauchenia*'ya ve *Toxodon*'a benzerliği Florentino'nun gözünden kaçmayan pek çok memeli dahil. Bunlar ender buluntular falan değildi; aksine, aşina olunan kuzeyli grupların herhangi birine alınamamış koca bir tuhaf Güney Amerikalı memeliler grubu mevcuttu. Florentino, bunların Kretase çağında yaşadıklarını, sadece günümüzün Güney Amerikalı türlerinin değil, tüm memelilerin ilksel ataları olduklarını düşünüyordu. Gerçi başkaları ise bu fosilleri, Güney Amerika'ya özgü egzotik mahluklar olarak görmeye başlamıştı. Kretase'den sonra, Paleosen'den itibaren kısa süre öncesine kadar yaşadıkları açığa çıkınca, bu görüş pekişti. Bu dönemde Güney Amerika, kendi başına bir adaydı.

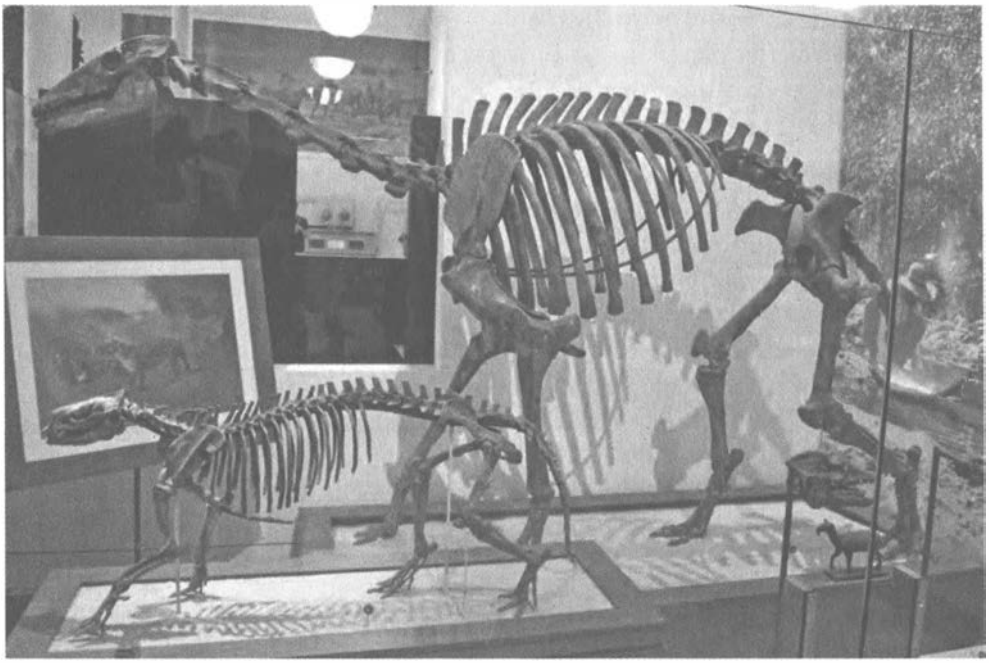


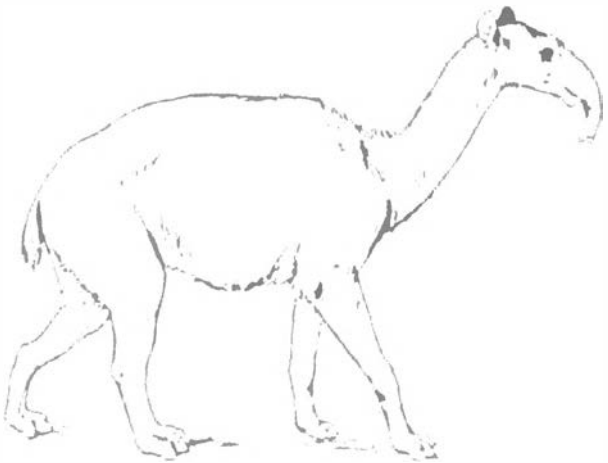


Charles Darwin'in bahsettiği tuhaf Güney Amerika Toynaklıları: ***Toxodon*** (üstte) ve ***Macrauchenia*** (sağ sayfada). William Scott'ın 1913 tarihli klasik incelemesinden alınmış çizimler. (fotoğraf Hans Püschel'e aittir)

Bu memeliler, Darwin'in Güney Amerikalı Toynaklıları adıyla bilinir oldu, çünkü pek çoğu toynakları üzerinde yürüyordu (toynak, el ve ayak parmaklarının tamamı üstündeki tadilata uğramış tırnak ya da dönüşmüş en uç kemiktir). Darwin'in Toynaklıları müthiş çeşitliydi. Yüzlerce canlı türü bulundu. Ebatları farklı farklıydı; evcil kucak hayvanı ebatlılardan tutun ağırlığı üç tona varan hayvanlara kadar. Çeşitli canlı türleri, antilopların, develerin, atların, gergedanların, hipopotamların, fillerin, kemirgenlerin, tavşanların özelliklerini, çoğunlukla beklenmedik kombinasyonlarla taşıyor. Sanki evrim bir dolu kuzeyli türü dilimlere ayırmış, sonra da yeni düzenlemelerle bunları tekrar yapıştırmış. Darwin'in *Macrauchenia*'sı ya da *Toxodon*'u başlıca örneklerdir, üst ve alt çeneden dışarı çıkan savunma dişleri ve hortumuyla kocaman *Pyrotherium*, gergedan bedenine iliştirilmiş file benzer. Kimileri de kuzeyli türleri andırır, ama ancak yüzeysel şekilde. Çoğunlukla kuzeyli grubun tek bir özelliğine sahiplerdir, iskeletlerinin geri kalanı ise ortak değildir. Örneğin *Homalodotherium*'un, yumruklarını yere bastırarak yürüyen akıllara zarar chalicothereler'deki gibi ellerinde orak biçimli pençeleri vardı. Ancak, kuzeyli türlerin uzmanlaşmış özelliklerini değişik boyutlara taşıyan canlı türleri de oldu. Narin *Thoatherium*, tek toynaklı ayak parmağı üzerinde yürüyordu, tıpkı günümüz atları gibi; fakat atlarda ana ayak parmağının iki yanındaki parmakların kalıntısı korunmuşken, *Thoatherium*'da bu kalıntılar yoktur.

Darwin'in Toynaklıları, 60 milyon yılı aşkın süre varlığını sürdürdü. Neredeyse günümüze ulaşacaklardı, gelgelelim, son hayatta kalanlar, yaklaşık 10.000 yıl önce Buzul Çağı'ndaki yokoluşların kurbanları arasındaydı. Bu yokoluşlardan daha sonra bahsedeceğiz. Birçoğu, toynakları üzerinde karada sürat





yapan koşuculardı. Kimileri sıçrıyor ya da kazıyor, kimi düz ayaklarıyla uyuşuk uyuşuk dolaşıyor, kimi de yarı suda yarı karada geziniyordu. Öyle görünüyor ki hepsi bitki yiyordu, ama, bazıları yumuşak yaprak yemek üzere özelleşmişken, bazıları da daha pütürlü, sert bitkileri mideye indiriyordu. Geç Paleosen ya da Eosen sırasında Antarktika'ya geçebilenler oldu. Bu dönemde iki kıtanın örümceğimsi kara parmakları, santim santim uzaklaşmadan önce birbirine hafifçe

dokunuyordu. Fakat, normal şartlarda Toynaklılar sadece Güney Amerika'dan ve Orta Amerika'dan çıkmıştır. Birkaç yanlış alarmı saymazsak, bunlara ait tek bir kemik ya da dişin yüzeye çıktığı başka bir yer olmadı (kuralı ispatlayan tek istisna hariç; buna döneceğiz).

Ancak, bu anlattıklarımız, şu en temel soruyu yanıtlamıyor: Darwin'in Toynaklıları nedir? Bu mesele, *Beagle* İngiltere'ye döndüğünden beri paleontologların başına bela kesildi. Aile ağacında nereye oturduklarına, atalarının kim olduğuna dair büyük bir tartışma cereyan etti. Bunlar, mesela tek sayıda ayak parmaklı tektoynaklılar ya da çift sayıda ayak parmaklı çifttoynaklılar gibi kuzey kıtalarının toynaklı memelilerinin akrabası olabilir miydi? Toynakları var, ama daha önce gördüğümüz üzere, memeli tarihinde toynaklar pek çok kez evrimleşti, dolayısıyla toynak tek başına, soykütüğünün güvenilir bir göstergesi değildir. Bunun yerine, filler gibi cüsseli memelilerle akraba mıydılar ya da kemirgenler gibi başka bir gruptan mı filizlendiler? Belki de kuzeyli plasentalılarla alakaları yoktu, sadece aile ağacında uzun süre önce ıraksamış kendi dallarını istila ediyorlardı.

Bu gizem anca 2015'te çözüme kavuştu. İki moleküler biyolog grubu, Darwin'in kendi *Macrauchenia*'sından ve *Toxodon*'undan protein elde edebildi. Fosillerde bu tür yumuşak dokuları bulmak güçtür, belki de imkansızdır, ama, Darwin'in memelilerinin ikisi de Buzul Çağı'na sağ salim ulaşmıştı, böylece kemikleri, Paleosen'den ya da Eosen'den kalmış daha yaşlı kemiklere kıyasla çok daha el değmemiş koşullarda muhafaza edilmişti. Bu proteinler veri tabanına girdiğinde ve aile ağacı kurmak için kullanıldığında, iki canlı türü de kuzeyli tektoynaklılarla aynı gruba alındı. İki sene sonra, daha da güçlü bir kanıt cinsi bu görüşü pekiştirdi: *Macrauchenia* DNA'sı.

Babalık testi son sözü söyledi. Darwin'in Toynaklıları (en azından çoğu), atların, gergedanların ve tapirlerin yakın kuzenleriydi. Muhtemelen "arkaik" plasentalı atalardan, mesela New Mexico condylarthalarından evrimleşmişlerdi. Bunlar, Paleosen döneminde Kuzey Amerika'dan Güney Amerika'ya uzanan bölgede adadan adaya sıçrıyordu. Derken, Paleosen'den Eosen'e geçilirken, Güney Amerika, Kuzey Amerika'dan tam anlamıyla ayrıldı, böylece kuzeyli ve güneyli gruplar ayrı yollara girdi. PEIA sırasında göç etmiş kuzeydeki gruplar cüceleşti, ardından Kuzey Amerika'da irileştiler, Asya'ya ve Avrupa'ya yayıldılar. Messel Gölü kıyısındaki nilüfer bitkileri, aralarından bazılarının damak zevkine hitap edecekti. Güneydeki gruplar ise kendi başına evrimleşme serbestliği kazandılar. Böylece birtakım olağanüstü özelikler edindiler, ama toynaklar, savunma dişleri, hortumlar, tek parmaklı ayaklar, daima yenisi çıkan dişler bakımından kuzeyli kardeşlerine yakınsıyorlardı. Kuzeyli soyla bağlantıları kopmuş olduğu için (evrimin ayrı deney tüpleriydi bunlar), Darwin'in Toynaklıları kendi yakınsak

özelliklerinin azıcık farklı versiyonlarını geliştirdiler, bunları farklı bileşimlerle bir araya getirdiler. Darwin'in Toynaklıları Eosen'den itibaren Buzul Çağı'na kadar evrimleşmeyi sürdürürken, uzun süre önce yitirdikleri kuzeyli kuzenlerinden giderek farklılaştılar.

Darwin'in Toynaklıları, Güney Amerika adalarındaki memeli topluluğun bir parçasıydı. George Gaylord Simpson'ın tabiriyle bu topluluk, "göz kamaştırıcı bir tecrit" içindeydi. Bu memelilerin bazıları, mesela Toynaklılar, artık yok. Kimileri ise günümüzde Amazon yağmur ormanlarının, And Dağı çayırlarının, Patagonya pampalarındaki otlakların karakteristik bileşenleridir.

Bunlar arasında Darwin'in başka fosilleri de var: tembelhayvanlar ve armadillolar. Karıncayiyenlerle birlikte bu hayvanlar, Xenarthra adlı daha geniş grubun parçasıdır. Xenarthranın, plasentalı memeliler ailesi ağacının başlıca dört altbölümünden biri olduğunu hatırlayın. Gövdenin dip kısmı yakınlarında ağaçtan ayrılıyor, en ilkel plasentalıların bazılarını meydana getiriyorlar. Telaffuzu zor adları, omurları arasındaki ilave eklemlere atıfta bulunuyor: "Xenarthra eklemleri." Bunlar, belkemiğini güçlendirip sabitliyor. Muhtemelen kazıcı atalarından devralıp muhafaza ettikleri bir adaptasyon. Bu ata, Kretase sonu ya da Paleosen başında belki de Darwin'in Toynaklıları'nın atalarıyla birlikte Kuzey Amerika'dan koşup gelmiş, ardından Güney Amerika adasında çeşitlenip günümüzün yaklaşık otuz Xenarthra türüne can vermiş olmalı.

Xenarthralar, en fotojenik memeliler arasındadır. Tembelhayvanlar, düşük enerjili yaşam tarzından ötürü ayıplanır, ama, hiç şüphesiz şirin hayvanlardır. İnce uzun pençeli uzuvlarıyla tutundukları ağaçlardan tepe üstü sarkarlar, yaprak kemirirler, kürklerine yerleşmiş bir dolu simbiyotik yeşil alg, ağaç yaprakları arasına karışmalarını, böylece jaguarların gözüne çarpmamalarını sağlar. Armadilloların özgünlüğü farklıdır: Osteoderm denen minik kemik levhalarla kaplı, belirgin şekilde memelilere özgü olmayan bir bedenleri vardır. Deri içinde büyüyen bu paneller futbol topunun yamaları gibi birbirine uyar. Jaguar saldırmayı denerse, bazı armadillolar yuvarlanıp taş sertliğinde bir top haline gelir, saldırıyı sertliğiyle püskürtür.

Günümüzde tembelhayvanların ve armadilloların başına bela kesilen jaguarlar, Güney Amerika'ya yakın geçmişte geldiler; yani bu göçmenlerin mazisi pek pek iki ila üç milyon yıllık. Güney Amerika'nın bir ada kıta olduğu dönemde, kıtayı arşınlayan kediler, köpekler ya da ayılar yoktu. Bunun yerine on milyonlarca yıl boyunca Xenarthraların ve Darwin'in Toynaklıları'nın başına büsbütün farklı bir memeli tipi bela kesildi. Paleosen'den itibaren birkaç milyon yıl boyunca yırtıcı nişini bu canlı doldurdu. İsimlerini duyunca şaşıracaksınız, zira plasentalı bile değillerdi. Bunlar metatherialardı: Mikroskobik yavrularını

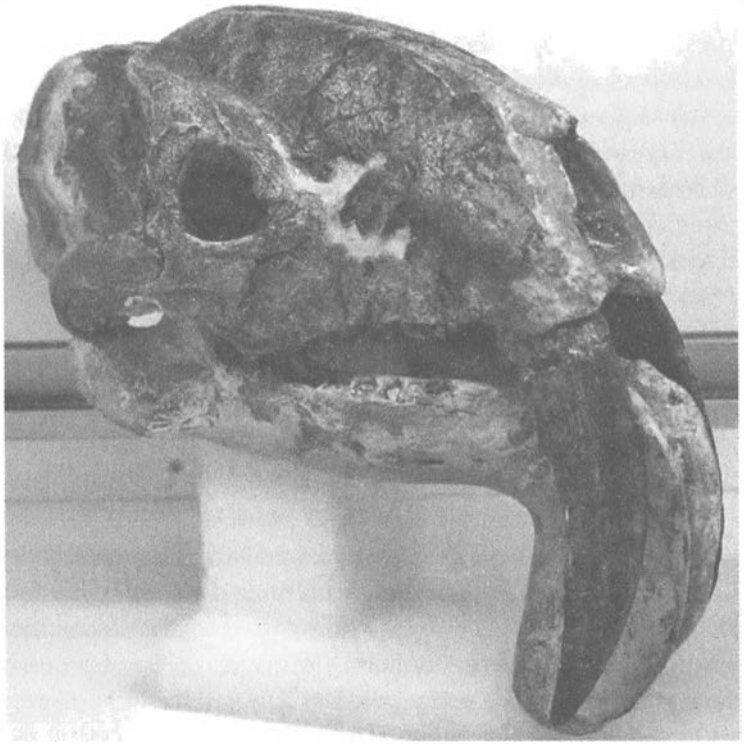
keselerinde büyüten keseli sülalesinin üyeleri. Metatherialar kuzey kıtalarında yok olduğunda, onları öykümüzden neredeyse çıkarmıştık, ama, Güney Amerika'da (daha sonra Avustralya'da) onlara yeni bir yaşam bahşoldu. Plasentalıların henüz ele geçirmediği birkaç ileri karakolda yeniden doğdular. Yeni ada krallıklarında, göktaşının her şeyi değiştirmesinden önce, Kretase sonunda keyfini sürmeye başladıkları üstünlüğü yine kazandılar.

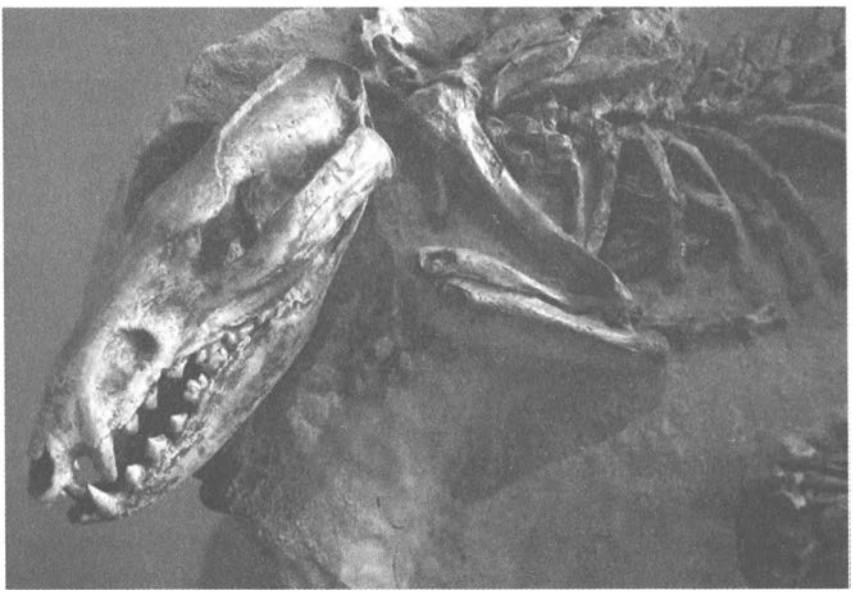
Güney Amerikalı metatheria etçillere, sparasodon denir. Bunları ilkin 1800'lerin ikinci yarısında Florentino Ameghino tanımladı. Canlı görecek olsanız, muhtemelen metatheria olduklarını anlamazsınız, en azından bellerinin altına bakıp kese var mı yok mu diye yoklamadığınız takdirde. Kanguru ya da koala gibi görünmüyorlardı (bugün aşina olduğumuz keseliler), ama, gelinciklere, köpeklere, kedilere, sırtlanlara, ayılara, tüm plasentalılara tıpatıp benziyorlardı. Bunlardan biri olan *Thylacosmilus*'un üst çenesinde kocaman kılıçdişleri vardı. Kurbanının karnını deşmek, iç organlarla kendine ziyafet çekmek için bu dişleri kullanırdı. Buzul Çağı'nın ünlü dev kedisi kılıçdişli kaplan olduğuna kalıbınızı basardınız. Oysa kendisi yakınsak evrimin örneklerinden biridir; hem de bütün fosil kayıtları arasında en çarpıcılardan biri. Köpekler ve kediler gibi hakiki carnivoralar, Paleosen'de ve Eosen'de Güney Amerika'ya ulaşamadı, ama, metatherialar ulaştı, böylece plasentalıları taklit ettiler. Belki de kuzeydeki plasentalılar metatheriaları taklit ediyordu, öyle değil mi? Her halükârda, *Thylacosmilus* gibi sparasodonların yerini nihayetinde jaguarlar ve güneye ilerlemiş gerçek plasentalı yırtıcılar aldı, ama, kuzenlerinin pek çoğu Güney Amerika'da kaldı, tıpkı opossumlar ve diğer yüz civarı keseli türü gibi.

Keseli kılıçdişliler ve başka sparasodonlar, Darwin'in Toynaklıları'nı yiyordu; kurbanlarının kemikleri üstünde bulunmuş, dişlerine uyan ısırık izlerinden biliyoruz. Tembelhayvanlar leziz hedeflerdi, tıpkı armadillolar gibi, tabii kabuğunu kırıp etine ulaşabilirlerse. Keseli yırtıcıların atıştırdığı başka canlılar da vardı: uzun ince uzuvlarıyla ağaçtan ağaca sallanan iri beyinli hayvanlar ya da kuru yaprak örtüsünde kendine oyuklar açan, ormandaki su akıntılarında ayak çırpan çıkık dişli tombul hayvanlar.

Primatlar ve kemirgenler. Gerçek primatlar ve gerçek kemirgenler (plasentalı cinsinden), tuhaf keseli versiyonları falan değil. Peki, bunlar nereden gelmişti?

Yanıtı bize babalık testi veriyor. Üstelik hayret verici bir yanıt. Afrika'dan gelmişler. Hem DNA'dan hem fosil kanıtlarından hareketle kurulmuş aile ağaçları, Güney Amerikalı primatları ve kemirgenleri, çeşitli Afrika gruplarına yerleştiriyor. Dolayısıyla, Kretase sırasında on milyonlarca yıl önce Güney Afrika'dan ayrılmış ve Eosen sırasında (göçün meydana geldiği dönemde) Atlas Okyanusu açıklarında en az bin beş yüz kilometre öteye sürüklenmiş kıtadan gelen göçmenlerdi bunlar.





Yırtıcı sparasodon keseliler: kılıçdişli ***Thylacosmilus*** (üstte) ve ***Lycopsis*** (altta). (fotoğraflar, sırasıyla Jonathan Chen ve Ghedoghedo'ya aittir)

Eosen sırasında Afrika da ada kıtaydı. Fillerden ve diğer Afrotherialardan oluşan plasentalı faunasının kendi ısmarlama hayvanlarının yuvasıydı. PEIA sırasındaki küresel ısınmadan bir süre sonra, primatlar ve kemirgenler Asya'dan Afrika'ya yolculuk etti. Mantıklı: Bu iki kıtayı anca, Akdeniz'in öncüsü olan dar Tetis Denizi ayırıyor, üstelik Avrupa adaları da arada atlama taşı vazifesi görüyordu. O denli mantıklı olmayan şey, primatların ve kemirgenlerin Afrika'dan Güney Amerika'ya, yani batıya doğru ne şekilde ilerlemiş olduklarıydı. Kara rotası düpedüz yoktu. Mülteciler suyu aşarak yayılmış olsa gerek. Muhtemelen, çürüyen bitki örtüsünün meydana getirdiği sallarla suyu geçtiler. Fırtınalar yüzünden Afrika kıyılarından açığa sürüklendiler, yine fırtınalar bunları Güney Amerika'ya sürükledi. Belki yol üzerinde birkaç adaya sıçradılar ya da belki bütün bu süre boyunca cankurtaran botlarında kaldılar. Her halükârda, çok az gıdayla ya da sıfır gıdayla dalgalarda sallanmaya haftalar boyunca katlandılar, güneşe maruz kaldılar. Pek çok göçmen gibi sağlam ve dayanıklı olmaları gerekiyordu; uzaklardaki yeni yuvalarında onları başarıya hazırlayan özellikler.

Tüm bunların gerçekleşme ihtimali oldukça düşük görünüyor. Öyleydi de. Fakat, küçük memelilerin bitkiden sallar üzerinde suyu aşıp yeni topraklara yerleşebileceğini günümüzde gözlemledik. Biyologların, bu uzun mesafeli göçler için bir terimi var: kimsesizlerin yayılması*. Kimsesiz, biçare yaşamını bırakıp uzak yerlere giden evsiz ya da yetim çocuklar için kullanılan küçümseyici bir tabirdir. O yüzden ben, en sevdiğim spor olan futboldan devşirdiğim bir örnekseme kullanmayı yeğliyorum (Amerikalı ya da İngiliz olmayan okurlarımın Amerikan Futbolu diye bildiği spor): Yaradana Sığınıp topu fırlatmak†. Maç ha bitti ha bitecektir, maçın bitmesine saniyeler kalmıştır, galibiyet için sayı yapmak şarttır, ama, koca sahanın aşılması gerekiyordur. Geride olan takım çaresizdir. Oyun kurucunun elinde tek seçenek kalmıştır: topu sahanın karşı tarafına fırlatıp şansına güvenmek. Çoğunlukla pas yerini bulmaz, ama, nadiren sayı alanındaki tutucunun kollarına ulaşır. Sayı! Belki yüz seferden birinde işe yarar. Fakat, yeterince zaman ve fırsat tanınırsa, olanaksız olan gerçeğe dönüşebilir. Futbol takımı sayı yapar; memeli bitkiden salı üzerinde okyanusun öbür yakasına ulaşır.

Primatların ve kemirgenlerin Afrika'dan Güney Amerika'ya göçü, memeli tarihinin gidişatını değiştirmiş olan o rastlantısal olaylardan biriydi. Günümüzdeki Yeni Dünya maymunlarının ve caviomorf kemirgenlerin var olmasının nedeni, bu düşük ihtimalli yolculuktur. Bu maymunlar (altmıştan

---

* Kitapta, *waif dispersal*: İngilizcedeki "waif" teriminin Türkçedeki karşılığı "kimsesiz"; ancak küçümseyici bir anlam yükü içermiyor. *–y.h.n.*

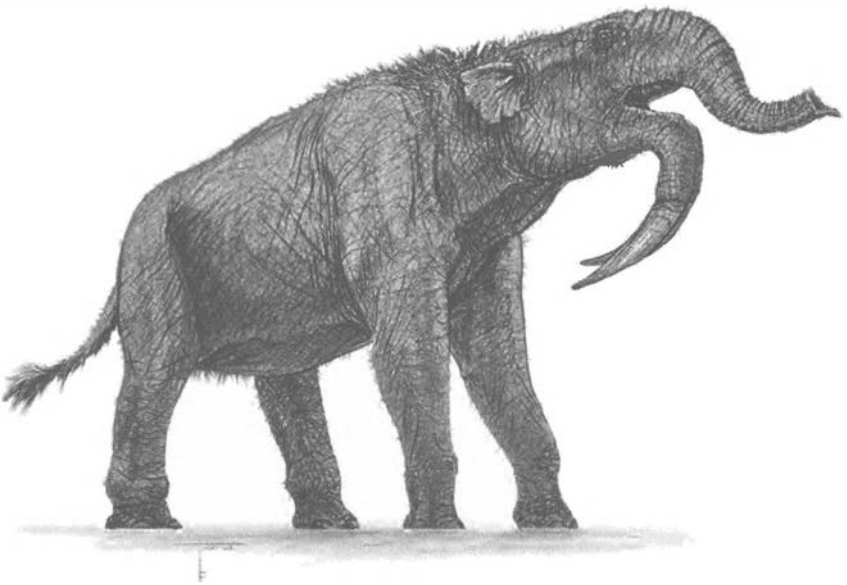
† Kitapta, *Hail Mary dispersal*. *–y.h.n.*

fazla canlı türü), Orta ve Güney Amerika'daki orman dokusunun parçasıdır. Uluyan maymunlar gibi bazıları, yağmur ormanlarını çığlık kakafonisine boğar. Örümcek maymunlar gibi kimileri, kavrayıcı kuyruklarla ağaçlardan sarkar, on beş santim uzunluğuyla ve 250 gramı geçmeyen ağırlığıyla cüce marmosetler, en küçük primat rekorunu elinde tutar. Caviomorflar bundan bile çeşitlidir. Yüzlerce tür, Güney Amerika'nın karşılarına çıkardığı her türlü ortamda toprağı oyar, tırmanır, koşar, yüzer. Bunlar arasında kadife kürklü çinçillalar ve günümüzün en iri kemirgenleri olan köpek boyutunda kapibaralar, ayrıca Uruguay ulusunun kurucu babasının adıyla anılan inek boyutlu *Josephoartigasia* gibi soyu tükenmiş çok daha iri türler de var. Kobayları da es geçmeyelim. Çocukluğumun evcil hayvanları, belki sizinkinin de? Hepsi Eosen salcılarının soyundan geliyor.

Okyanusu aşmak, talih ve cesaret gerektiren bir eylemdi. Akıl alması zor bir işti. Fakat, Eosen sırasında memelilerin yaptığı en uçuk iş bile değildi. Maymunlar ve kemirgenler dalgaların sırtına binmişken, kimi plasentalı memeliler devasa boyutlara ulaşıyor, kimi kanat evrimleştirip gökyüzüne çıkıyor, kimi de uzuvlarını yüzgece dönüştürüp çok daha kısa ama çok daha fevkalade bir göç yolculuğuna koyuluyordu: karada koşmaktan tamamen suda yaşamaya doğru ilerleyen bir yolculuk.

YEDİNCİ BÖLÜM

AŞIRI UÇ MEMELİLER



Deinotherium

Doğa yürüyüşünde gelmiş geçmiş en iri hayvanın kemikleri mi bulundu?

25 Temmuz 2831

(New Miami haber ajansı) Florida Çölü'nde kamp yapan bir aile, fosilleşmiş dev kemiklere rastladı. Bunlar, şimdiye dek yaşamış en iri hayvana ait olabilir.

Olay yerine çağrılan paleontologlar, hayvanın boyunun otuz metreyi aştığını, en az 100 ton geldiğini tahmin ediyor.

New Miami İklim ve Çevre Enstitüsü'nden Profesör Lola Bricker, "Muazzam bir hayvan," kelimelerini kullandı. "Böyle devasa bir şey hiç görmedim. Hayvanların ne kadar irileşebileceğine dair kuralı çiğniyor."

Etrafa saçılmış kemikler, futbol sahasından daha geniş bir yüzölçümü kaplıyor. Denizaltına benzeyen uzun, tüp şekilli bedene sahip, henüz isimlendirilmemiş bir mahluka aitler.

Bricker, kendi boyunu en az otuz santim aşan kaburga kemiklerinden birinin yanında dururken, muhabirlere, "Hesaplamalarım doğruysa, günümüzde yaşayan herhangi bir hayvanın en az iki katıydı," diyor.

Bilim insanları hayvanın ön uzuvlarına ait parçalar bulduklarını, bunların balık yüzgecine benzediğini, ama, arka uzuvlara dair ize ulaşamadıklarını söylüyor. Kocaman kafası neredeyse eksiksiz. Yay şekilli çene kemikleri ise dişten yoksun.

Bricker, "Ailenin dört ferdi birden, hayvanın ağzına gerçekten sığıyordu," diyor. Kampçıların kemikleri bulunca çektikleri, basında geniş yer bulan fotoğrafa atıfta bulunuyor. Oysa birçok bilirkişi, bu fotoğrafın düzmece olduğunu söylemişti.

Hayvanın ne yediği, nasıl hareket ettiği gizemini koruyor. Bilim insanları, kemiklerin yaklaşık 5.000 yıl önce deniz zemininde oluşmuş kil kayaç içinde bulunduğunu ifade ediyor. O dönemde Florida, Meksika Körfezi ile Atlas Okyanusu arasında yarı tropikal yemyeşil bir yarımadaydı.

Bricker, "Suda yaşamış olduğuna eminim, kulak kemiklerinden hareketle memeli olduğunu söyleyebilirim, ama şu an için bildiklerimiz bunlar," diyor.

Kemikleri topraktan çıkarmayı, laboratuvarında bunları tekrar birleştirmeyi planlıyor, ama, yeterince kaynak bulamamaktan endişe ediyor.

Varlıklı bir hayırseverin araştırmasına para bağışlamasını isterken, uyarı maiyetinde şunları söylüyor: "En az yirmi kişilik ekip lazım. Tüm kemikleri çıkarmak muhtemelen altı ay sürecek. Ardından da üniversitede bunları araştırmaya yetecek büyüklükte mekan lazım olacak."

Böyle bir çabaya değeceğini ileri sürüyor, çünkü bu gibi buluntuların çocukların doğaya ilgi duymasını sağlayacağını ifade ediyor.

"Bu hayvanlardan birini canlı gördüğünüzü hayal edebiliyor musunuz? Dünyayı onlarla paylaştığınızı? İnsanı afallatıyor," diyor.

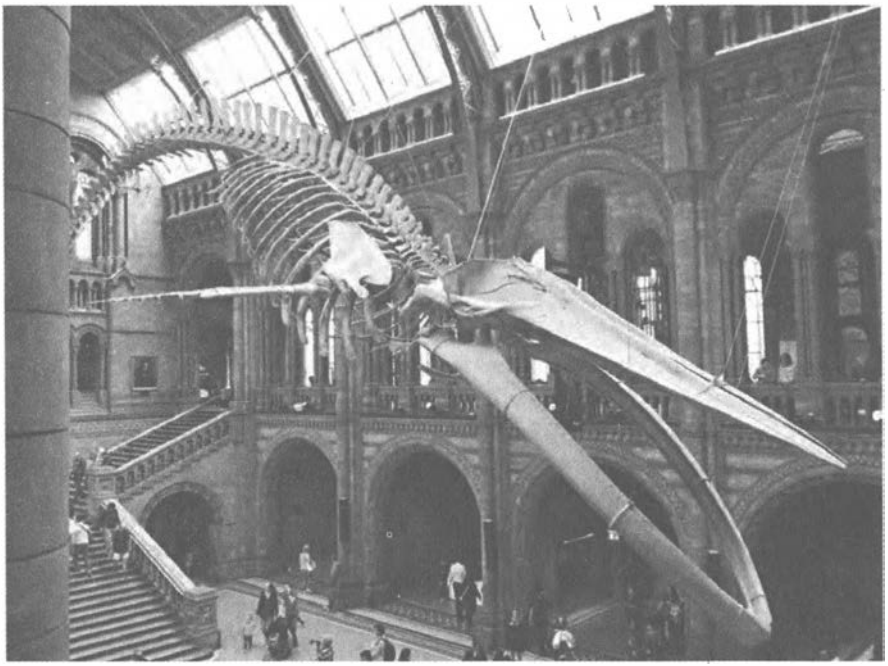
Bricker, kemikleri çıkarmadan önce, devin kimliğini saptamayı umuyor.

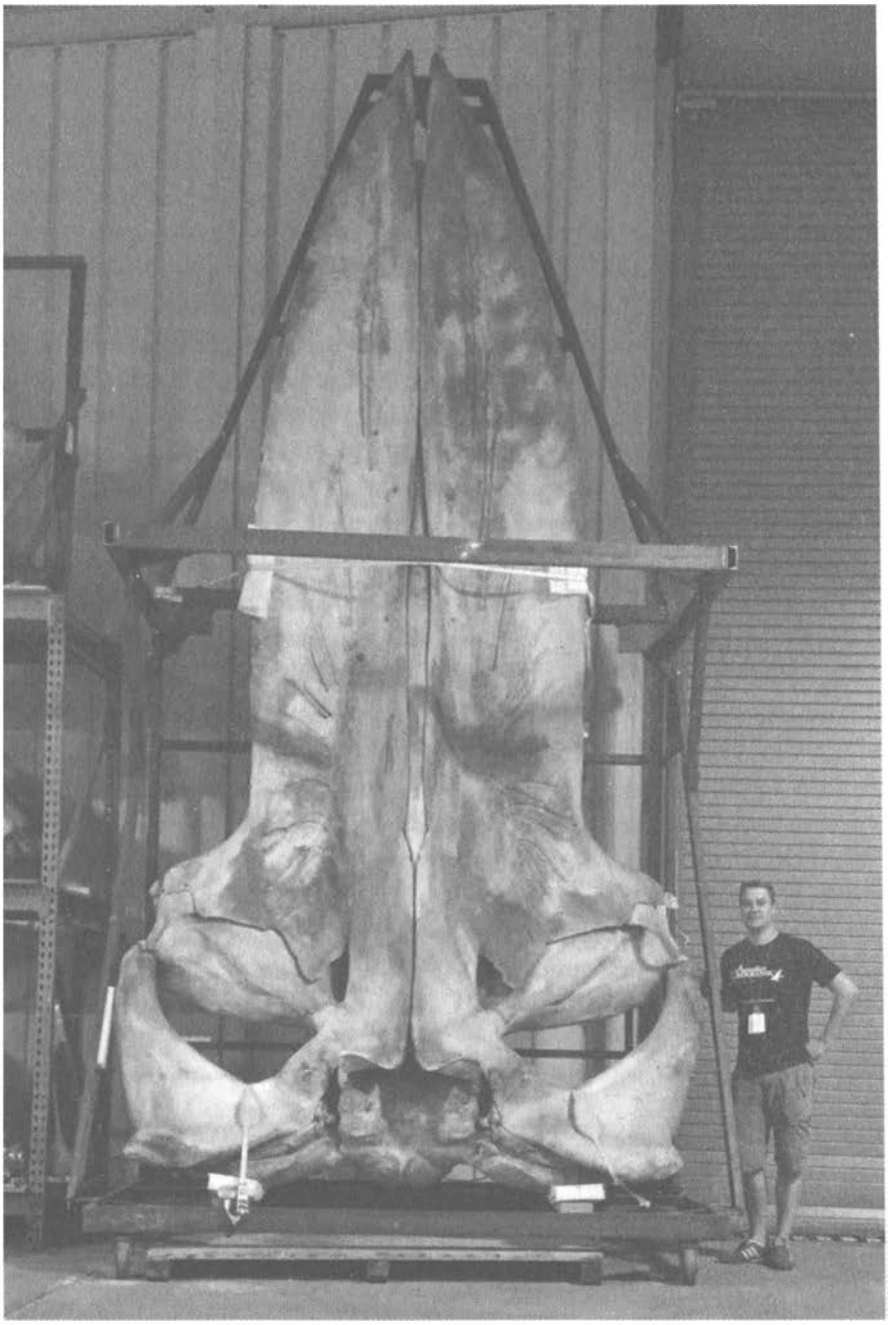
"Meslektaşlarım bu fikirle dalga geçebilir, ama binlerce yıl öncesinden destanlar, okyanuslarda yaşamış canavarlardan bahseder. Bunlara balina deniyordu. Bazı rivayetlere göre mavi balinanın boyu otuz metreyi aşıyordu. Bunların hep mit olduğunu sanıyorduk, belki de öyle değildir."

Bu düzmece haber metni, elbette kurmacadır, azıcık da şakacıdır. Umarım Florida çöle dönüşmez, kayıtlı tarihle temasımızı kaybetmeyiz ve balinaların soyu tükenmez! Fakat, diyelim ki tüm bunlar oldu, balinaların soyu tükendi ve gelecek nesiller bunların fosilleşmiş kemiklerini buldu. Bizler dev dinozorlara bakıp nasıl şaşırıyorsak, onlar da hiç şüphesiz bu fosillere bakıp hayrete düşecek: kanlı canlı halini anca rüyalarında görebilecekleri, geçmiş çağlara ait eşsiz hayvanlar.

Dürüst olmak gerekirse, ben dahil pek çoğumuz, şu an canlı olan pek çok eşsiz hayvanla dünyayı paylaştığımız gerçeğini genelde ıskalıyoruz. Bunların birçoğu memeli. Mavi balina, bu "aşırı uç memelilerin" en aşırısıdır. Bugün sağ olan en iri memeli olmakla kalmaz, gelmiş geçmiş en iri hayvandır, işte o kadar. Kimse daha iri bir hayvanın fosilini bulamadı, demek ki mavi balina, rekoru elinde tutuyor. Dünya tarihinin ağırsıklet şampiyonudur.

Bu, tekrarlanmayı gerektiren basit ama muazzam bir ifade: Gelmiş geçmiş en iri hayvan, *tam şu an* yaşıyor. Dünyanın milyarlarca yıllık tarihinde yaşamış milyarlarca tür içinde, böyle bir şey söyleyebilecek bir avuç ayrıcalıklı türden biriyiz. Mavi balinayla aynı havayı soluyor, aynı sularda yüzüyor, aynı yıldızlara bakıyor olmamız şahane değil mi?





Mavi balina, dünyada yaşamış en iri hayvan. Londra Doğa Tarihi Müzesi'nde sergilenen iskelet (sol sayfada) ve balina paleontoloğu Travis Park, iskeletin yanında poz veriyor (üstte). (fotoğraflar, sırasıyla, Jan Beránek ve Travis Park'a aittir)

Sizler bu satırları okurken, balinalar okyanuslarda dolaşıyor; hem de her okyanusta, çünkü Kuzey Kutup Bölgesi'nin en kuzey ucu hariç, menzilleri neredeyse bütün dünya. En cüsseli ihtiyarlar, otuz metreyi aşan gölgelerdir, ağırlıkları çoğunlukla yüz ila yüz on ton gelir. Boeing 737 uçağının azami kalkış ağırlığından en az yirmi ton, çoğu dev dinozordan muhtemelen otuz ila kırk ton *daha* ağırdır. Mavi balina anneler, hız teknesi boyutunda üç tonluk bir yavru doğurur. Yavru, meme emdiği altı aylık evrede yaklaşık on beş ton ağırlığa ulaşır. Yetişkinler 315 metreden derine dalıp nefeslerini bir saatten uzun süre tutabilirler, hava almak için yüzeye geldiklerinde nefes deliğinden püskürttükleri su, iki katlı bina yüksekliğine çıkar. Genişletebildikleri ağızlarının tek yutkunmasıyla, orta boy bir yüzme havuzu kadarını içlerine çekebilirler. Bunu günde birkaç kez yaparlar. Amaç, metabolizmalarını çalıştırmak için ihtiyaç duydukları iki ton krili toplamaktır (karides benzeri minik kabuklular). Akıllı, toplumsal hayvanlardır. Pes seslenişleri, hayvanlar alemindeki en güçlü seslerden biridir. Derin deniz çukurunda bin yedi yüz kilometreyi aşkın mesafeye yayılabilir.

Fakat, her şey yolunda değil. Mavi balina nüfusunun yüzde 99'unun, geçmiş yüzyıllarda telef edildiği tahmin ediliyor. Bir zamanlar sayısı yüz binlere varan bir topluluktan, taş çatlasa yalnızca on binlerce birey kalmıştır. Bu noktada klişeye kaçmayı göze alıyorum: Çok geç olmadan balinalara hak ettikleri değeri verelim, elimizde fırsat varken, mavi balinalar *Brontosaurus*'un yoluna girmeden önce onları koruyup yaşatmak için elimizden geleni yapalım.

Mavi balinalar hakkında abartıya kaçmaksızın konuşmak imkansızdır. Öbür aşırı uç memeliler için de aynısı geçerli, ister başka memeliler, ister fil gibi dev kara türleri, ister yarasalar gibi fevkalade işler yapmak üzere bedenlerini baştan yontmuş küçük memeliler söz konusu olsun (yarasalar, kanatlarının çırpma gücüyle uçabilen yegâne memelidir ve pterodaktiller ve kuşlarla birlikte, bu işi çözmüş yalnızca üç omurgalı hayvandan biridir). Tüm bu aşırı uç memeliler (filler, yarasalar, balinalar), Eosen'de canlılık tarihine damga vurmaya başladılar. Bugünkü görkemlerine, uzun evrim yolculukları sayesinde ulaştılar.

***

Filler bugün karada yaşayan en iri memelilerdir; aslında her türlü hayvanın en irisi. En büyük tür olan Afrika çalı filinin omuz yüksekliği yaklaşık üç metredir. Basketbol potası kadar. En iri erkeklerin ağırlığı beş ila yedi ton gelir, Ford F-150 pikap kamyonetin aşağı yukarı iki katı ağırlıkta. Tek çalı fili çocuk parkında bir tahterevalliye otursa, onu havaya kaldırmak için yaklaşık 100 insan gerekir. Filler mavi balina kadar iri değildir, doğru, ama, balinaların karşısına çıkmayan bir handikapla baş ederler: yerçekimi. Mavi balina, suyun kaldırma gücüyle edilgen şekilde suda yüzerken, filler ön ve arka bacakları üstünde doğrulmalı, hareket etmeli, çiftleşmeli, doğum yapmalıdır.

Günümüze yalnızca üç fil türü ulaştı. Sahra Altı Afrika'ya, Hindistan'a ve Güneydoğu Asya'ya yayılmış durumdalar. Bir zamanlar gayet kalabalık olan bir ailenin acıklı kalıntıları. Bu aileye mensup tüylü mamut ve mastodon gibi türler bütün dünyaya yayılmıştı. Bazılarının ağırlığı, Afrika çalı filinin tonajının en az iki katıydı; dolayısıyla şimdiye dek karayı mesken tutmuş *en iri* memelilerdi (yani, muhtemelen öylelerdi; ileride değineceğiz). Gelgelelim, önce bütün dünyaya yayılıp ardından sayıları azalmadan önce, filler on milyonlarca yıl boyunca Afrika'yla sınırlıydı; büyük Afrotheria yayılımının parçasıydı.

Son bölümde gördüğümüz üzere Afrotheria, plasentalı memeli soykütüğünün dört ana altbölümünden biridir. Xenarthra gibi (tembelhayvanların ve armadilloların ailesi), Afrotheria da aile ağacının köküne yakın bir yerinden dal verdi. Bu yüzden en ilkel plasentalı gruplarından biridir. Yine Xenarthra gibi, Afrotherianın Paleosen ve Eosen'deki erken dönem geçmişinin büyük kısmı tek kara kütlesinde cereyan etti, dünyanın geri kalanından kopuk kaldı. Darwin'in tuhaf Toynaklıları'nın ve kılıçdişli keselilerin yanı sıra tembelhayvanlar ve armadillolar, Güney Amerika ada kıtasında yaşıyordu. Filler ve öbür Afrotherialar da bir ada kıtada yaşıyordu; isimlerinin ima ettiği üzere, burası Afrika'ydı.

On milyonlarca yıl boyunca Afrika, tecrit edilmiş bir hisardı. Kretase sırasında, yaklaşık 100 milyon yıl önce, Gondvana'nın geri kalanından (eski Pangea'nın güney yarısından) ayrıldıktan sonra, Afrika kendi başına kaldı. Batısında, gitgide genişleyen Atlas Okyanusu vardı. Maymunlar ve kemirgenler ara sıra sal üzerinde bu okyanusu aşıyordu. Güneyinde ve doğusunda Hint Okyanusu bulunuyordu; Antarktika ve Avustralya'ya yaslanmıştı, Eosen'de Asya'yla çarpışacak olan daha küçük bir ada (Hindistan), bu okyanusta ilerliyordu. Afrika adasının kuzeyinde Tetis Denizi vardı; kuzeyi güneyden ayıran ılıman ekvator deniz yolu. Tetis, geçit vermez bir bariyer değildi; kuzeyli hayvanlar Kuzey Afrika kıyılarına yaklaşmakta olan Avrupa takımadalarını sık sık aşıp güneye atılabiliyordu. Ancak, zorlu bir yolculuktu bu. Afrika'nın inzivası nihayet yaklaşık 20 milyon yıl önce sona erdi. Bu dönemde Arabistan, Avrasya'ya yanaştı, Tetis'i batı kolundan ibaret bıraktı; günümüzde Akdeniz diye bildiğimiz deniz.

Filler, nice Afrotheriadan biridir. Aile albümünde su manatileri, toynaklı minik damanlar, karınca yiyen yerdomuzları*, toprak altında yaşayan altın rengi köstebekler, Madagaskar tenrekleri (ve komşu adalardakiler), fil hortumuna sahip minik kemirgenler gibi görünen fil soreksleri yer alıyordu. Tuhaf bir karışım gibi görünüyorsa, öyle düşünen tek siz değilsiniz. Afrotheriaları birleştiren bariz anatomik özellikler yok (belki de hiç yok). Belki, diyor kimi bilim insanları, bu

* Bu hayvanın Türkçedeki karşılığı, Güney Afrika dilinde "yerdomuzu" anlamına gelen "aardvark" sözcüğünün anlamsal çevirisidir. *–y.h.n.*

gruba özgü tek bir diş küspisi ya da belkemiğinin gelişim usulündeki ayrıntılar ortak. Belki. Fakat, Afrotherialar konusundaki başlıca kanıtlar, genetik alanından geliyor. Üstelik gayet güçlü kanıtlar. Fil-manati-daman-tenrek grubunun tanımlanması, 1990'ların ikinci yarısında ve 2000'lerin ilk yarısında ilk DNA aile ağaçlarının şaşırtıcı ifşalarından biriydi. Zamanın sınavını ve daha sofistike tam genom analizlerini alnının akıyla geçti. Eski ekole mensup anatomicileri üzüyor, ama, babalık testi yalan söylemez ve evet, Afrotherialar gerçek.

Günümüzde Afrotherialaın birbirlerinden bu kadar farklı görünmesinin nedeni, uzun süre önce ilkel bir ortak atadan hareketle çeşitlenmiş olmaları ve Afrika ada kıtasının çeşit çeşit ekolojik nişini doldurmalarıdır. Bu ata muhtemelen köpek ebadında "arkaik" bir plasentalıydı. New Mexico condylarthalarına benziyordu. Olasılıkla kuzeyden gelerek Tetis adaları boyunca göç etmişti; ya son Kretase evresi sırasında ya da göktaşı çarpmasının kısa süre ardından, Paleosen'in erken evrelerinde. Dinozorlar yok olup gittikten sonra, besin zincirinde pek çok boşluk oluştu. Afrotherialar bu durumdan faydalandı. Orman zeminindeki ve çayırlardaki, ağaç dallarındaki, Tetis kıyılarındaki nişlere uyum sağladılar.

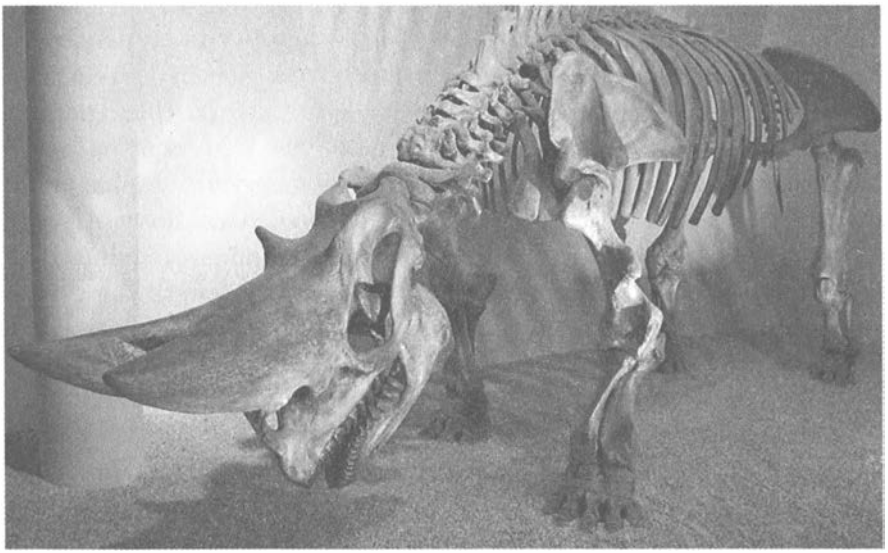
Bu gelişmelerin paralelinde, kuzeyde, bağımsız meydana gelen olaylar söz konusuydu. Kuzeyde dört ana plasentalı altgruptan biri çeşitleniyordu: Laurasiatherialar. Demek ki kuzeyde tektoynaklılar ve çifttoynaklılar varsa Afrika'da damanlar serpiliyor; kuzeyde karınca yiyen pangolinler ve toprağı oyan köstebekler varsa Afrika'da yerdomuzları ve altın rengi köstebekler yaşıyordu. Kuzeyi soreksler ve kirpiler mesken tutmuşken, Afrika'yı fil soreksleri ve tenrekler (kimi zaman "Madagaskar kirpisi" de denir) yuva bellemişti. Az sonra göreceğimiz üzere, balinalar kuzeyde evrimleşmişken, Afrika sirenialaı (manati grubu), benzer bir değişim geçirip koşucudan yüzücüye dönüşmüştü. Bu hikâye, yakınsak evrimin güzel örneklerinden biridir. İlkel plasentalılar, dinozorların aniden gözden yittiği bir dünyada farklı mevkilere saçılmıştı. Birbirlerine yabancılaştılar (karışamadılar, gen paylaşamadılar), ancak, bunlar çeşitlenirken, evrim, Afrotherialaı ve Laurasiatherialaı benzer nişlere adapte etmek üzere benzer patikalardan geçti.

Bugünden bakıp Afrotherialaın çeşitlenmesini anlamak güç. Afrika ve Avrasya kavuştuktan sonra kuzeyli memelilerin (zebraların, öküz başlı antilopların, aslanların, sırtlanların ataları) daha yakın tarihli göçü, bu çeşitlenmenin kayıtları üstüne yeni kayıtlar yazdı. Fakat, Paleosen'de, özellikle de müteakip Oligosen aralığında Afrika, Afrotherialaın krallığıydı. Görülecek manzaraydı doğrusu.

Damanlar, Kitabı Mukaddes'te anılır ("yuvasını kayalara yapan" "çelimsiz" kaya tavşanları olarak geçer), ama, kuzey kıtalarında yaşayanlarımızın bunları

hiç işitmemiş olması mazur görülmeli. Günüzümüzde varlığını Afrika ve Ortadoğu'da sürdüren damanlar beş tür ile sınırlı; ayaklarındaki vantuzlar sayesinde ağaçlara çıkabilen ya da toynakları üstünde kaya çıkıntılarına tırmanan tıknaz dağ sıçanı misali otçullardır. Oysa Eosen ve Oligosen'de düzinelerce Afrika damanı yaşıyordu. Birkaç kiloluk hayvandan gergedan boyutundaki *Titanohyrax*'a uzanan bir yelpazede çeşitleniyorlardı. *Titanohyrax*, tartıda 1,3 ton geliyordu. Bazıları hepçildi, bazıları kıvrık dişleriyle bitki parçalıyordu, bazıları da tohumlar ve yemişler konusunda uzmanlaşmıştı. *Antilohyrax*, uzun ince bacakları üstünde ormanlarda koşturmasıyla antiloplara benzerken, domuz gibi uzun ağızlarıyla topraktan kök sökenler de vardı. Bu damanlar, ileride gnuların, antilopların, yaban domuzlarının, hipopotamların, gergedanların mesken tutacağı nişleri dolduruyordu. Esasen, günümüz Afrika'sının bilindik toynaklı memelilerinin daman versiyonlarıydılar.

Bu esnada, kıyı boyunca ilk sirenialar, ayaklarını suya sokuyordu. Başta gürbüz ön ve arka bacaklı kara hayvanlarıydılar. Sığ sularda köpekleme yüzmeyi faydalı buluyorlardı. Eosen sırasında evrim, bunları su alemine göre yonttu. Ön bacaklarını, yüzgece çevirdi, arka bacaklarını sildi; bunların yerine büyük bir kuyruk geçirdi. Kuyruğun aşağı yukarı hareketleri, sudaki akıntılarda yüzebilmek için gerekli itiş gücünü sağlıyordu, gerçi acemi bir usulle. Sirenialar, bütün dünyaya dağılan ilk Afrotherialardı. Tetis Denizi kıyıları boyunca ve ötesine yayıldılar. Kuzey Carolina'dan tutun Macaristan'a, Pakistan'a varana kadar bunların fosillerine her yerde rastlanıyor. Fakat, damanlar gibi, eski görkemleri-



Soyu tükenmiş sıradışı Afrotheria ***Arsinoitherium*** (fotoğraf Aram Dulyan'a aittir).

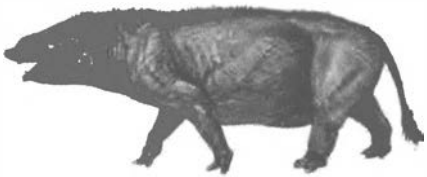
nin ancak küçük bir kısmı varlığını sürdürüyor. Günümüzde Karayiplerle, Batı Afrika'yla ve Amazonlarla kısıtlı yalnızca üç manati türü var. Hint Okyanusu'nda ve güneybatı Büyük Okyanus'ta ise tek dugong türü yaşıyor. Bunlar, yokoluş tehlikesinin sevimli amblemlerine dönüşmüş durumdalar: Mahmur yaşam tarzları, yavaş yavaş yüzmeleri, deniz otlarıyla beslenmeleri yüzünden balıkçı ağlarına ve tekne çarpmalarına kolay hedef oluyorlar.

Dikkatli olmazsak, manatiler ve dugonglar yokoluşa boyun eğebilir. Öyle olursa, bir zamanlar çeşitlilik sergilemiş ve egemenlik kurmuş olan, ama, daha sonra gözden yiten Afrotheria lejyonuna maalesef katılacaklar. Bunların en kayda değeri, *Arsinoitherium*'dur. Fantastik hayvanlar panteonundaki nesli tükenmiş memelilerden biridir. Hormonlu gergedana benzer. Başının ön kısmından çıkıntı yapan iki kocaman boynuzu vardı. Boynuzların her biri, başının geri kalanından fevkalade uzundur, tıpkı Marge Simpson'ın saçı gibi. Tek sayıda ayak parmaklı bir tektoynaklı olan gergedanınkinin aksine, *Arsinoitherium*'un boynuzları keratinden değil kemikten yapılmadır. İçleri boştur. İleriye doğru öyle keskin açı yaparlar ki yürüyüş sırasında hayvanın ön görüş alanını kesinlikle kısıtlamışlardır. Belki de görüşteki bu kısıtlanma büyük bir sorun değildi, çünkü *Arsinoitherium* cüsseli bir bitki tüketicisiydi. Muhtemelen çekindiği yırtıcı pek yoktu. Eş cezbetmenin ve rakipleri korkutmanın aşırıya kaçan bir yolu olması dışında bu saçma boynuzlara amaç yakıştırmak güçtür.

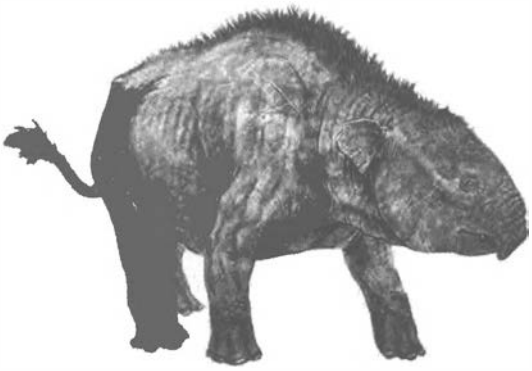
Bir de filler var tabii. İkonik Afrotherialar. Bir zamanlar görkemi damanları da, manatileri de, *Arsinoitherium*'u da aşan bu hayvanlar artık anca geçmişin gölgesidir.

Tüm devler gibi, filler başta küçük ve mütevazıydı. Fransız paleontolog Emmanuel Gheerbrant ile Faslı çalışma arkadaşlarının incelediği, Fas'ın fosfat madenlerinde bulunmuş bir dizi geçiş fosili, boyutlarının nasıl irileştiğini gösteriyor. Nesli tükenmiş bu fillerin en yaşlısı, *Eritherium*, yaklaşık 60 milyon yıl önce Paleosen'in orta kısmında yaşıyordu. Pek göz kamaştırıcı değildi: Omuz yüksekliği yaklaşık yirmi santim, ağırlığı beş kilo civarındaydı, dolayısıyla çoğu süs köpeği bunlara boyun eğdirebilirdi. *Eritherium*, günümüz fillerinin ayağı altında kalsa kolaylıkla pelteye dönüşürdü. Ancak, azıdişleri, fil damgasının işaretlerini göstermeye başlıyordu: dil tarafından yanak tarafındaki dişlere doğru yüz boyunca uzanıp küspisler arasında bağlantı kuran enine tepeler. Loph denen bu yapılar, tırtıklı görüntüsüyle öğütücü bir yüzey oluşturuyordu. Bitkileri toz haline getirmek için çok uygundu.

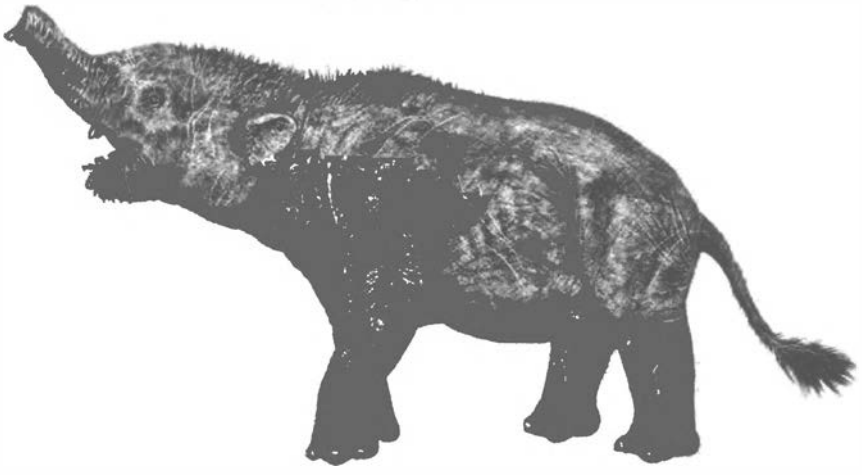
Paleosen Eosen'e döner, PEIA küresel ısınması gelip geçerken, minik Fas filleri irileşti, diş lophları belirginleşti. Önce *Phosphatherium* geldi. *Eritherium*'dan yaklaşık üç kat büyüktü. Tırtıklı dişleri tam teşekküllüydü. Ardından, gerçekten



Eritherium



Daouitherium



Numidotherium

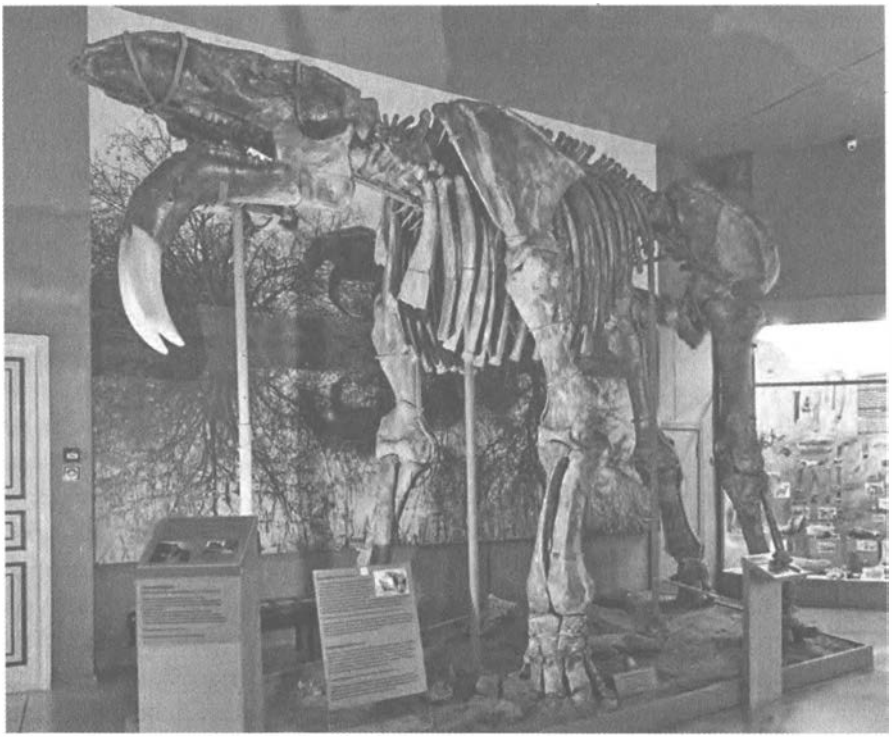
Fil evrimi dizisi. (görseller Todd Marshall'a aittir)

cüsseli ilk fil *Daouitherium* belirdi. Ağırlığı yaklaşık 200 kiloydu. Aşağı yukarı 55 milyon yıl önce ormanlarda başıboş gezinirken (savanalara ve otlaklara geçmelerinden uzun süre önce), gelmiş geçmiş en iri Afrika memelisiydi. Hem *Phosphatherium*'un hem *Daouitherium*'un yatay kesicidişleri vardı. Bu dişler, boyu bir metreyi, ağırlığı 300 kiloyu aşan Cezayirli *Numidotherium* gibi canlı türlerinde görülecek, evrimin müteakip aşamasındaki savunma dişlerinin ipuçlarıydı. Filler çıkık alınlarına bu noktada kavuştu, ayrıca burun delikleri geriye doğru kaydı, tapirdeki gibi, proboskis denen küçük bir hortum edindiler. Evrim, küçük bir kurcalama sayesinde, bu proboskisi fil hortumuna dönüştürdü. Fil hortumu saçma görünse de, bir çığır açtı: Hayvanın bütün vücudunu hareket ettirmeksizin gıda ve su toplamasını mümkün kıldı, böylece daha büyük boyuta ulaşma potansiyeli açıldı.

Filler irileştikçe irileşti. Oligosen başlarında, yani yaklaşık 34 milyon yıl önce, iki buçuk tonluk *Palaeomastodon* gibi türlerin kütlesi, günümüzün Afrika orman fillerinin (mevcut türlerin en küçüğüdür) kütlesini aştı. *Palaeomastodon*'un üst dişleri aşağı doğru kıvrılırken, alt dişler çeneden yatay hizada çıkıntı yaptı, tuhaf bir şekilde üst dişlerin önüne geçti. Bunlar, fillerin Oligosen'de (34-23 milyon yıl öncesinde) ve müteakip Miyosen'de (23-5 milyon yıl öncesinde) geliştirdiği çeşit çeşit fildişi şeklinden sadece biriydi: Alt dişleri spatulaya ya da küreğe benzeyen türler; ağızdan dışarı devasa bir cımbız gibi çıkıntı yapan birbirine denk alt ve üst uzun dişlere sahip türler; ayrıca üst savunma dişlerini yitirmiş ama alttaki şeklini değiştirip şişe açacağı misali geriye doğru kıvrılan bir diş çiftine dönüşmüş *Deinotherium* adlı tür vardı. Tüm bu farklı şekiller muhtemelen ikili bir amaca hizmet ediyordu: Farklı türlerin, farklı bitkilerde uzmanlaşmasını mümkün kılıyorlardı; örneğin *Deinotherium* şişe açacağı dişleriyle ağaçtan dal koparabiliyordu. Ayrıca sürüye güçlerini ya da cazibelerini göstermeye yarayan bir vitrin gibiydiler.

Miyosen fillerinin bazıları devleşti. Tonajları, günümüz türlerinin hepsini geçiyordu. Bu esnada, Arabistan'ın Avrasya'yla temas ettiği dönemde, Afrika'dan çıkıp etrafa yayıldılar. *Deinotherium*'un omuz yüksekliği yaklaşık dört metreydi, ağırlığı on dört tona varıyordu. Bu ağırlık, Afrika orman filininkinin iki katıydı. Fakat, *Deinotherium* bunların en görkemlisi bile değildi. Bu unvan, daha sonra ortaya çıkmış bir tür olan *Palaeoloxodon*'a aittir. Bunu, akıl almaz ebatlardaki kemik parçalarından biliyoruz: Beş metreden uzun, yaklaşık yirmi ton kütleli bir bedene işaret ediyorlar. Bu sayılar geçerliyse (tek tek kemiklere bakarak beden boyutuna dair tahminde bulunmak daima bir parça şüphelidir), o halde *Palaeoloxodon* gelmiş geçmiş en iri kara memelisidir. Çoğu ders kitabının bilinen en büyük memeli saydığı hayvanın, *Paraceratherium* denen boynuzsuz gerge-





Soyu tükenmiş filler ***Palaeomastodon*** (üstte) ve ***Deinotherium*** (altta). (fotoğraflar, sırasıyla, Mısır Jeoloji Müzesi ve Alexxx 1979'a aittir)

danın rekorunu elinden alır (*Paraceratherium* Eosen-Oligosen sınırı civarında yaşamıştı; boyunun 4,8 metre, ağırlığının yaklaşık 17 ton olduğu düşünülüyor).

Nihayetinde, tacı kimin taktığı aslında önemli değil: *Palaeoloxodon* gibi filler de *Paraceratherium* gibi gergedanlar da devasaydı. Toplam boyutları muhtemelen oldukça benzeşiyordu. Bu da memeli evriminde genel bir şablonu ele veriyor: 34 milyon yıl önce, Eosen-Oligosen sınırına gelindiğinde, kara memelileri o ana kadarki en iri ebatlara ulaştı. O noktadan itibaren bugüne dek gergedanlar ve çeşitli fil grupları, şampiyonluk kemerini sırayla elde ettiler. Demek ki toplam memeli beden boyutunda bir sınır vardı. Muhtemelen farklı etkenlerin bir kombinasyonu tarafından belirleniyordur. Birincisi beslenmedir: En cüsseli memeliler daima otçuldur, yan yana yaşadıkları en iri yırtıcılardan genelde on kat ağırdırlar. Destansı iriliğe ulaşmak için, sabit bir kalori kaynağınız olmalı. Bunun en iyi yöntemi, bitkilere yumulmaktır. Bitkilere ulaşmak et elde etmekten çok daha kolaydır. İkincisi hava sıcaklığıyla alakalıdır: Büyük hayvanlar aşırı ısınma riski altındadır. Boyutunuz irileştikçe, sorun da keskinleşir. *Palaeoloxodon*'un ve *Paraceratherium*'un boyutları, işlevsel sınıra yakın olabilir. Belki de daha irileşmeleri halinde memeliler yeterince gıda alamıyor ya da vücut ısısını yeterince hızlı atamıyorlardı. Sınırlayıcı başka etkenler de olabilir. Fakat, yine bundan daha iri tek bir kara memelisi fosilinin keşfedilmesi, tekrar değerlendirme yapmamıza sebep olacaktır.

Aklınıza başka bir soru gelebilir: Kara memelileri neden dinozorlar kadar irileşmedi? *Palaeoloxodon* ve *Paraceratherium* devasa olsalar da, ağırlıkları, en iri uzun boyunlu dinozorların yarısına bile ulaşmadı. Bu muammanın kolay bir yanıtı yok, ama akciğerlerle alakası olduğunu sanıyorum. Memeli akciğerleri gelgit misalidir; akciğer genişleyip büzüşürken, soluk, sırasıyla içeri girer, dışarı çıkar. Nefes alırken her seferinde göğüs kafesimizin inip kalkmasından biliyoruz. Kuşlar farklıdır: Havanın akıp geçtiği bir akciğerleri var. Hava bu organda yalnızca tek yönde ilerler. Bu mühendislik harikasına, balon benzeri hava keseleri eşlik eder. Bu keseler akciğerlerle bağlantılıdır. Kati bir sırayla havayı bu tünelden geçirirler. Kuş nefes aldığında oksijenden yana zengin havanın bir kısmı akciğerlerden geçer, geri kalanı ise hava keselerine yönlendirilir. Derken, hava keseleri kasıldığında, içerideki hâlâ oksijenli hava, soluk dışarı verilirken akciğerlerden geçer, yani kuşlar ve aynı tip akciğerlere sahip dev dinozorlar, *hem* nefes alırken *hem* nefes verirken oksijen elde eder. Bu sayede dinozorlar, benzer boyutlu memelilere kıyasla her solukta daha fazla oksijen alır. Bununla da kalmıyor: Hava keseleri bütün bedene uzanır, kemiklere bile. Klima sistemi gibi iş görürler, üstelik iskeleti hafifletirler. Sonuç: İri dinozorlar daha verimli soluk alıp verir, bedenlerini daha kolay soğuturlar, iskeletleri daha hafif, daha

esnektir. Bence bu, hiçbir kara memelisinin, bunların dev boyutlarına yaklaşamamasının nedenidir.

Boyutları dinozor seviyesine varmıyor olsa da, bugünün Afrika ve Hint filleri (her türlü nesnel ölçümle), gerçekten ama gerçekten büyüktür. Bütün bedenleri, boyutlarına göre biçilmiştir. Uzuvları, Yunan sütunları gibi dayanak işlevi görür, cüsselerini destekler. Gülünç sarkık kulakları, soğutucu panellerdir. Fazla ısıyı dışarı atmalarına yardım eder. Memeli dişlerinin geleneksel dizilişi bu hayvanlarda, savunma dişiyle ayakkabı boyutunda büyük azı ve küçük azıdişlerinden oluşan yalınlaşmış bir kümeye dönüşmüştür. Azıdişleri öyle büyüktür ki her çeneye tek seferde yalnızca biri ya da ikisi sığabilir. Bu durum, diş çıkarmanın büsbütün yeni bir usulünü gerektirir. Buna seri yenileme deniyor. Çene adeta taşıyıcı kayış gibidir: Yeni azıdişleri arka tarafta belirip yavaş yavaş ileri hareket eder. Filler çiğnedikçe bu dişler yıpranır, derken çenenin ön tarafından düşerler. Bunun yerini arka taraftaki yeni diş alır. Böylece bol bol bitki yiyip (her gün yüzlerce kilo) cüsselerini koruyabilirler. İriliklerinin belli neticeleri var: O kadar çok yerler ki ağaçları kökünden söküp savanaları otlaklara dönüştürebilir ya da su bulmak için toprağı kazdıklarında yeni mini ekosistemlere cansuyu olacak su çukurları açabilirler.

Fakat filleri akılsız devler sanmayın. Onları hakikaten etkileyici kılan husus, cüsseyi beyinle birleştirmiş olmalarıdır. Dev bir hayvandan beklendiği üzere beyinleri mutlak anlamda kocamandır. Fakat, göreli olarak da dev bir beyindir bu: Fil beyninin hacmi, beden boyutuna kıyasla, primatlarla aynı kalibrededir. Primatlarla ve balinalarla birlikte, filler de Büyük Beyin Kulübü'nün üyeleridir: Ağırlıklarına kıyasla orantısal olarak en iri beyne sahip memeliler, zekâ gerektiren pek çok işi becerebilir. Fillerin uzun süreli belleği istisnai niteliktedir. Hortumları sayesinde alet edevat imal ederler. Karmaşık toplumsal davranışlar ve sorun çözme yetenekleri sergilerler, kendilerini aynada tanıyabilirler. Ya düşük frekanslı seslenişler aracılığıyla ya da sismik iletim kullanarak birbirleriyle uzun mesafeli sohbetler ederler. Anlayacağınız, filler küçük depremler yaratarak konuşurlar! Belki, diyor biyologlar, filler bir tür empati bile sergiliyor olabilir, sürünün hasta ya da can çekişen üyeleri için endişelerini belli eder, atalarının ve kuzenlerinin kemiklerine ilgi gösterirler.

Gerçi tüm bu vasıflarına rağmen, fillerin elinden gelmeyen bir iş var. Beyaz perde kahramanı Dumbo, kulaklarını çırparak havada uçabiliyor olsa da, Afrika'nın ve Asya'nın gerçek filleri barizdir ki uçamaz. Tek grup, yani yarasalar hariç şimdiye dek yaşamış hiçbir memeli uçamamıştır.

***

New York'ta doktoramı yaparken, Central Park'ın batı yakasında Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nde bir ofisim vardı. Müzede bulunma amacım dinozorlardı. AMNH, dünyanın en büyük koleksiyonlarından birine ev sahipliği yapar, mesela *T. rex*'in en ünlü kimi iskeletlerinden bazıları bu müzededir. Dinozor deposuna doğru yürürken, ahşap dolapların sıra sıra durduğu yüksek tavanlı koridorda ara sıra Nancy Simmons'a rastlardım.

O zamanlar Nancy'yi pek tanımıyordum. Müzede geçirdiğim beş yılda muhtemelen yalnızca birkaç kez konuşmuşumdur. Şimdi buna pişmanım, çünkü ilgimi yavaş yavaş dinozorlardan memelilere çevirirken, onun yapmış olduğu araştırmaları daha yakından inceledim, böylece bilim alanındaki kahramanlarımdan birine dönüştü.

Nancy de paleontologdur, gerçi sadece yarı zamanlı çalışır. Daha yüksek lisans öğrencisiyken, multituberculata üzerine dünya çapında uzman olacağı meslek yaşamına başlamıştı bile. Çiçek yiyen o dişlek memeliler, Kretase sırasında *T. rex*'in ayakları altında yaşıyordu. Derken vites değiştirip yarasalar konusunda dünya çapında uzman olması müthiş bir şey. Doktorama başlamamın birkaç ay öncesinde, sansasyonel bir keşif yayımladı. *Nature* dergisinin kapağına çıkan bu keşif, erken Eosen'den, yani yaklaşık 52,5 milyon yıl öncesinden kalma, dünyanın en eski, en ilkel, *Onychonycteris* adlı yarasasıydı. Fakat, çoğu zaman, eski kemikleri betimlemekle uğraşmak yerine, Güneydoğu Asya ve Neotropikal* ormanlarda pusuya yatıp canlı yarasaların yeni türlerini arıyor, yarasa kanından ve başka dokulardan numuneler topluyor, aile ağaçları kurmak için DNA'larını çıkarıyor.

Yarasaları tanıtmaya gerek yok. İster sevginizi kazansınlar ister tüylerinizi ürpertsinler, ille de tam anlamıyla uçabilen yegâne memeli olarak bilinirler. Derilerindeki zar sayesinde havada yükselebilen ya da süzülebilen memeliler var, mesela uçan sincaplar veya dermopteralar ("uçan lemur" diye yanlış isimlendirilmiştir, çünkü bunlar primat değildir) ya da Jura'nın ve Kretase'nin soyu tükenmiş haramiyidanları, örneğin birkaç bölüm önce Çin atölyesinde gördüğüm gizli fosil. Fakat, yarasalar, *itiş* gücüyle uçuş yapabilen yegâne memelidir: Kanatlarını bilfiil çırparak, havada ilerlemek için gereken yükselme ve itiş gücünü üretirler.

Kanat çırparak uçmak kolay iş değildir. Evrimin bu işi bütün omurgalı tarihinde yalnızca üç kez becermesinin nedeni budur. Her biri, hava hayvanı olma yolunda farklı bir deneydi. Pterodaktiller, yüzük parmaklarının uzunluğunu artırarak dev deri yelkenini desteklediler. Kuşların dinozor ataları, tüylü kanatların kola ilişebilmesi için bütün kolun uzunluğunu artırdılar. Öte yandan

---

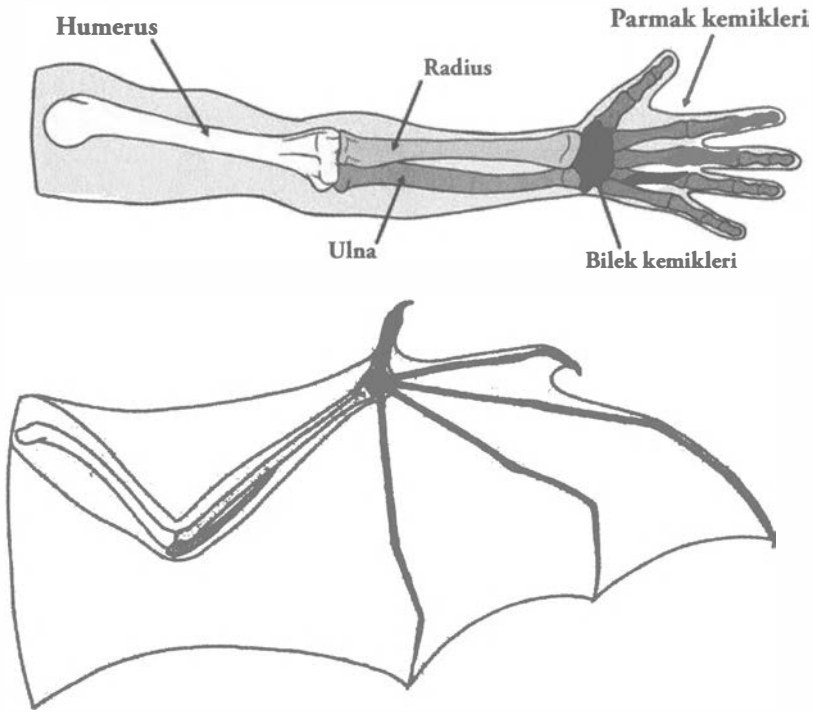
* Güney Amerika bölgesi olarak da bilinir. Bitki ve hayvan yaşamına bağlı olarak sınıflandırılmış dünyanın altı büyük biyocoğrafik bölgesinden biridir. *–y.h.n.*



Nancy Simmons'ın tanımladığı fosil yarasa ***Onychonycteris***. (fotoğraf Matthew Dillon'a aittir)

yarasalar, parmaklarının büyük bölümünü uzatıp bir kanat-el geliştirdiler. Bu yarasa kanadı, zekice bir tasarımdır: Parmaklar arasında gerilen deri, ince ve esnektir, göğüs kemiğine ilişik büyük kaslar kasılırken, kanatlar çırpılır. Bu düzenek, yarasaların hızlı uçmasını (kimilerinin saatte 160 kilometre hızla uçtuğu ölçüldü) ve engellere çarpmadan geçebilecekleri manevraları yapmalarını sağlar. Çoğunlukla geceleri faal olan hayvanlar için faydalı bir yetenek.

Uçmak, yarasaların süpergücüdür. Kara memelilerinin erişemediği yaşam ortamlarına ve gıdalara ulaşmalarını sağlar. Yarasaların günümüzde bunca çeşitli ve bol olmasının başlıca sebebidir. Tam şu an var olan her beş memeli



Yarasa kanadı ve insan kolu. (Sarah Shelley'nin çizimi)

türünden biri yarasadır (toplamda aşağı yukarı 1.400); bu çeşitliliği ancak kemirgenler aşmıştır. Nice yarasa türü var olmakla kalmaz, yan yana varoluşta da ustadırlar: Tropikal bölgelerde yüzden fazla türün aynı ekosistemi mesken tuttuğu biliniyor. Üstelik bu yarasa türlerinden bazıları sürüsüne berekettir. Yarasaların tüyler ürpertici görünmesinin nedenlerinden biri, çoğunlukla kalabalık koloniler halinde yaşamalarıdır. Sayısız birey mağaralarda ya da köprü altlarında ayaklarından asılarak başaşağı tüneyip dip dibe toplaşırlar, böylece uzaktan devasa bir battaniye gibi görünürler. Anca leş kokuları ve yere bol bol damlayan dışkıları, bunların hayvan olduğunu ele verir. Bu kolonilerden birini ziyaret ettiğimde karşılaştığım manzarayı hiç unutmayacağım. Texas, Austin'de Congress Avenue Köprüsü'nün altında yaklaşık *bir buçuk milyon* yarasa toplanmıştı. Güneş batımının alacakaranlığında kanat çırpışlarının yarattığı dalgayla havalandılar, akşam vakti böcek avına çıktılar. Daha önce gördüklerime hiç benzemeyen türde bir biyolojik gösteriydi. Fakat, bu komün yaşamından ötürü yarasalar iltihaplara ve hastalıklara karşı kırılgandır, ayrıca yine komün yaşamı yüzünden yarasa kolonileri, daha sonra insanlara sıçrayan virüsler için kötü şöhretli kuluçka makineleridir.

Yarasalar havalanmalarını sağlayan süpergücü nasıl evrimleştirdi? Şaşırtıcı, ama, kanatlarını ve uçuş yetilerini nasıl geliştirdikleri hakkındaki bilgimiz kısıtlı. DNA testinden hareketle biliyoruz ki yarasalar, kuzeyli Laurasiatheria grubuna üyedir ve aile ağacında carnivoralar (köpekler, kediler) ve toynaklı memeliler (tek sayıda ayak parmaklı tektoynaklılar ve çift sayıda ayak parmaklı çifttoynaklılar) yanında kümelenir. Yarasanın at ya da köpeğe zerre benzemediğini söylemeye gerek yok, dolayısıyla soyu tükenmiş bir tür birtakım dönüşümlerden geçerek, yürümeye yarayan uzuvlarıyla karayı mesken tutan bir memeliden kanat-ellere sahip uçan bir memeliye başkalaşmış olmalı. Sorun şu ki bu evrimsel dönüşümü tasvir eden pek fosil yok. Nancy Simmons'ın *Onychoncyteris*'i gibi Eosen'de boy gösteren ilk yarasa iskeletleri zaten yarasaya benziyor. Batman logosunun bilindik hatlarına sahipler: küçük kafa, kompak beden, küçücük kuyruk, iki elden dışa doğru uzanan geniş kanatlar. Bunlar hafifsıklet hayvanlardı. Narin iskeletleri ancak istisnai koşullarda bozulmadan kalabilirdi. Örneğin *Onychoncyteris*, Wyoming Gölü'nün huzurlu derinliklerine gömülmüştür. Yarasaların daha sonra Eosen'de, Almanya'daki Messel Gölü'ne gömülme biçimine benziyor. Ne mutlu ki korunarak günümüze ulaşabilmiş bu Eosen yarasalarının öncüleri, muhtemelen bundan bile küçüktü, dolayısıyla ölümün ardından çürümeye daha yatkınlardı. Bunların fosillerini bulacak kadar şanslı değildik... şimdilik.

Önce kanat tomurcuklandırıp sonra havalanan asıl yarasa atalarının fosilleri henüz elimizde olmasa da, *Onychoncyteris*'ten ve diğer erken dönem yarasalardan hareketle anlayabileceğimiz birtakım şeyler var. Nancy ve çalışma arkadaşları *Onychoncyteris*'i betimlediklerinde, güncel türlerden çok daha ilkel olduğunu fark ettiler. Hiç şüphesiz kanat-el ve göğüs kemiği üstündeki kanat çırpma kasları için büyük bir bağlanma sırtı vardı, dolayısıyla uçabiliyordu. Fakat, kanatlarının şekli eşsizdi: Günümüzün çoğu yarasasının daha geniş ve zarif kanatlarına kıyasla kısa ve yapılılardı, yani *Onychoncyteris*'in manevra kabiliyeti daha düşüktü, havada kalmasına yetecek kaldırma gücünü yaratmak için çok hızlı uçması gerekiyordu. Muhtemelen tuhaf bir uçuş tarzı vardı. Kanat çırpmayla havada süzülme arasında gidip geliyor, sarhoş bir kelebek gibi uçuşuyordu. Başka anatomik tuhaflıkları da vardı. İlginçtir, kanat-eli saymazsanız, *Onychoncyteris*'in vücut oranları, uçan sincaplar gibi havada süzülebilen hayvanlarınkiyle örtüşüyordu. Ayrıca parmaklarında keskin, eğri pençeler bulunuyordu (günümüz yarasalarının aksine; bunların kanat parmaklarında pençe yoktur); dört ayağıyla ağaçlara tırmanan çevik bir tırmanıcı olduğunun işaretidir.

İpuçlarını bir araya getirirsek, yarasaların, ağaçları mesken tutmuş, havada süzülen bir atadan evrimleştiği düşünülebilir. Bu ata, parmakların boyunu uzatıp kanat-ele dönüştürme vasıtasıyla, kanat çırparak uçan bir canlı haline geldi. Yeni kanat her şeyi değiştirdi: Havada süzülen hayvanlardaki deri katlanmalarına

kıyasla, havaya kalkış ve itiş gücü yaratmak için gerekli yüzey alanı yaklaşık iki kattır, dolayısıyla daha pürüzsüz, uzun uçuşlar yapabiliyordu. Bu durumda bile, itiş güçlü ilk uçuşlar tuhaftı. *Onychoncycteris*'in aerodinamik verimi, bugünün yarasalarınınkinden düşüktü; havalanması için daha sıkı uğraşması gerekiyor, dalları ya da başka engelleri aşma manevralarını o denli kolay yapamıyordu. Fakat, eşik bir defa geçilmişti; artık yarasaların kanat çırptığı noktadan itibaren doğal seçilim, onları giderek daha becerikli uçuşçular haline getirdi, daha geniş kanatlar yonttu, böylece daha büyük kalkış gücü kazandılar, uçuş menzilleri uzadı, manevra kabiliyetleri arttı.

Güzel bir hikâye. Şu an bildiklerimiz temel alındığında, mantığa sığıyor, ama bunları kanıtlamak için nihayetinde ara türlerin fosillerine ihtiyacımız var; yerden havada süzülmeye, oradan kanat çırpmaya geçişin kapsadığı türlerinkine.

Yarasaların kendi kanat-ellerini tam olarak nasıl edindiğinden ve kanat çırpmaya nasıl başladıklarından bağımsız olarak, uçmaya geçtikten sonra, bütün dünyaya hızla yayıldıkları açık. Erken Eosen'in sonuna gelindiğinde, PEIA küresel ısınmasının yalnızca birkaç milyon yıl sonrasında, yarasalar Kuzey Amerika'da (mesela *Onychoncycteris*), Avrupa'da ve Afrika'da fosiller bırakıyordu. Bugünkü gibi o zaman da dünyanın kenarında bir ada olan Avustralya'da bile fosillere rastlanıyor. Hindistan'da da fosil bulundu. Eosen'de henüz Asya'ya kavuşmamış bir adaydı. Dolayısıyla yarasalar, bütün dünyaya yayılan ilk plasentalı memeli oldu; o noktaya kadar Paleosen ve Eosen türlerinin evrimini belirlemiş olan coğrafyanın zincirlerini kıran ilk grup. Nedeni bariz. Yarasalar uçabildiği için, kara memelilerinin göçünü aksatmış ya da düpedüz engellemiş olan okyanus bariyerlerini kolaylıkla aşabildiler. İstilacı bir sürü gibi bütün dünyada öyle hızlı ilerlediler ki yerel türler kendi endemik uçan formlarını yaratmadan önce Güney Amerika'ya ve Afrika'ya (iki büyük ada kıta) ulaşmışlardı bile. Keseli yarasa ya da Afrotheria yarasa gibi tuhaflıkların var olmamasının nedeni muhtemelen budur; eldeki tek mevcut grup Laurasiatheria cinsi yarasalardır.

Yarasalar dünyaya yayılırken (Antarktika dışında her kıtada ve dondurucu soğukların olmadığı hemen her toprak parçasında bugünkü dağılımlarına ulaştılar), beden boyutlarını, kanat şekillerini, uçuş tarzlarını, beslenmelerini, ekolojilerini de çeşitlendirdiler. Yaklaşık 48 milyon yıl önce orta Eosen'de yüzlerce yarasa, Messel Gölü'nün zehirli çamurlarına düştü. Bunların çarpıcı fosilleri, sporcu takımlarını andırır çeşitliliktedir. Bilinen yedi tür var. Kanat şekilleri ve midelerinin içindeki taşlaşmış maddeler, çeşitlilik sergileyen yaşam tarzlarının göstergesidir. Bu türler arasında, gölün üzerinde açık havada süzülen yüksek irtifa uçuşçusu dar kanatlı yarasalar, ormanda dalların altında kalan gür bitki örtüsüne ok gibi dalan geniş kanatlı gözüpek gruplar ya da ağaçlar arasındaki açık alanlarda dolanan ara kanat şekilli yarasalar vardı. Kimi türler

güve yerken, kimileri uçan sinekleri yiyordu; kimileri ise kınkanatlıları ve ağaç dallarındaki daha durağan böcekleri kapıyordu.

Öyle görünüyor ki tüm Messel yarasaları günümüzde pek çok türün yararlandığı ikinci bir süpergüç edinmiş; ekolokasyon. Yüksek güçlü bir biyolojik sonar sistemidir ekolokasyon. Bizim duyu repertuarımızda buna benzer hiçbir şey yok. Yarasalar, gırtlaklarından tiz ciyaklama sesleri çıkarır ya da dillerini şaklatır, yankıyı dinler, ses arazisinin "resmini" beyinlerinde yaratırlar. Bu şekilde karanlıkta "görebilirler". Saklanan yırtıcılara, yiyebilecekleri lezzetli böceklere ya da uçarken sakınmaları gereken ağaç dallarına ışık tutan bir altıncı duyu. Bu işi yapmak için, gırtlak bazlı ekolokasyona başvuran yarasaların iki şeye ihtiyacı vardır: yankıları işitmek için kulak içinde büyük, kıvrımlı bir kulak salyangozu ile boğazla kulak arasında sağlam bir bağlantı. Stylohyal denen genişlemiş bir boğaz kemiği bu bağlantıyı sağlar. Kulak zarındaki halka kemiğinin etrafını sarar, böylece sinir sistemi, dışarı gönderdiği ciyaklamaları, gelen yankılarla karşılaştırabilir, ciyaklama işini yapan belirgin gırtlak kaslarını destekler. Bu anatomik özellikler fosillerde gözlemlenebilir. Messel yarasalarının ekolokasyon yaptığını, ama Nancy'nin *Onychoncyteris*'inin bu işi yapamadığını, dolayısıyla ekolokasyonun olasılıkla uçuştan sonra evrimleştiğini bu şekilde biliyoruz.

Uçuş becerisinde olduğu gibi, ilk ekolokasyon girişimleri de mütevazıydı. Messel yarasalarının bazılarının kulak salyangozu, ekolokasyon yapmayan türlerinkinden azıcık daha iriydi. Bunlar muhtemelen kısıtlı düzeyde yankı tespiti yapabiliyorlardı. Bu kadarı, genel fiziksel doğrultu belirleme ve bariz engellerden sakınma anlamında faydalıydı. Doğal seçilim zamanla bu sisteme ince ayar yaptı. Ham grafikleriyle ve sınırlı kabiliyetleriyle 1990'ların Game Boy oyuncağını modern oyun konsoluna dönüştürdü. İri kulak salyangozları, daha ileri yarasaların karanlıkta daha net "görmesini" mümkün kıldı, cisimlerden sakınmanın ötesinde işler yapmalarına kapı araladı, kanatlı böcekleri avlamak için sonarlarını bilfiil kullanmalarını sağladı. Günümüz yarasaları sofistike hava avcılarından biridir. Zifiri karanlıkta bile bir böceğin çırpınışlarını işitebilir *ve* yerini tam olarak tespit edip hayvanı kapabilirler. Tüm bu işleri uçuş sırasında yaparlar. Ekolokasyon, yarasaların kaderiydi. Gece uçuşlarında ustalaşmalarının biletiydi. Böylece kuşların gece nişlerini fethetmesinin önüne geçtiler. Kuşlar yarasalardan daha önce, dinozorlardan evrimleşmişti, ama bir avuç tür dışında ekolokasyon geliştirebilen olmadı.

Ekolokasyon yapan tüm yarasalar sonarlarını böcek bulmak için kullanmaz; bazıları bu yetiyi başka gıda tipleri bulmaya seferber eder. Bunların en kötü şöhretlisi, en korkulan yarasadır: gerçekten kan içen vampirler. Orta ve Güney Amerika'da yaşayan üç vampir türü, sırf kanla beslenen yegâne memelilerdir. Hematofaji denen sıradışı bir beslenme tarzıdır bu. Doğa, bu yarasalardan daha

tekinsizini yaratmadı. Öyle ki art arda iki üç ekolokasyon sinyali ve nefes alıp verme ritmine göre ayarlanmış beyinleri sayesinde, uyuyan kurbanlarını bulurlar. Durumdan habersiz hedefe doğru sessiz sedasız uçarlar (elbette karanlıkta), civarına konarlar, dört ayakları üstünde yavaş yavaş sürünürler, derinin altında kanın aktığı noktayı tespit etmek için burunlarındaki ısı sensörünü kullanırlar, ardından sivri dişlerini batırırlar, akan kanı dilleriyle emerler. Bu içki alemi yaklaşık otuz dakika sürer. Dikkatli davranıp haddinden fazla kan içmezler, böylece konak, bir sonraki beslenmeye dek hayatta kalabilir. Kurbanlar çoğunlukla kuş, inek ve attır, ama vampirlerin insanlara da saldırdığı biliniyor. Kendi başlarına yeterince korkutucu değillermiş gibi, vampirler koloniler halinde yaşar, yüzlercesi ya da binlercesi gece ava çıkmadan önce gündüz vakti mağara tavanında asılı durur. Bir sene içinde yüz üyeli bir koloni, yirmi beş sığırın kanını içebilir.

Eosen yarasalarının herhangi biri kan içiyor muydu? Emin değiliz. Bu soru, yarasaların evrimi konusunda henüz yanıtlanmamış sorulardan biridir. Genç bir paleontolog olarak iz bırakmak istiyorsanız, gidip Paleosen ya da erken Eosen yarasalarının fosillerini bulun. Bunu başarırsanız, onlardan birine Nancy'nin adını vermenizi önerebilir miyim? Tıpkı New Mexico ekibimizin, "İlkel Kunduz"a (sayfalar önce bölümün başında anlattığımız öyküde Carissa Raymond'un keşfettiği fosile), Nancy'nin yarasalara geçmeden önce meslek yaşamının başında multituberculatalar üzerine yaptığı çalışmaların onuruna *Kimbetopsalis simmonsae* adını vermesi gibi. Geçiş fosilleri, yarasaların koşuculardan havada süzülen hayvanlara, sonra da uçuculara nasıl dönüştüğünü gösterene kadar bu gizem çözülmeyecek. Fakat, çok farklı ama bir o kadar kayda değer dönüşüm geçirmiş başka bir memeli grubu daha vardı. Üstelik bu örnekte, geçişin adım adım nasıl cereyan ettiğini gösteren fosiller de var.

***

Gize piramitleri binlerce yıl yıkılmadan ayakta kaldı. Sahra Çölü'nün güneşine ve rüzgârlarına göğüs gerdi. İlkçağdan kalma pek çok Mısır anıtı gibi, çok sağlam bir malzemeden yapılmışlardı: soyağaçları firavunlardan çok daha öncesine giden kireçtaşlarından. Kalsiyumdan yana zengin bu sert kayalar, 40 milyon yılı aşkın süre önce Eosen sırasında Tetis su yolunun ılık ve sakin sularında oluştu. Bu kayıp dünyada yaşayan mahluklar (Kuzey Afrika'nın önce karaya, sonra çöle, ardından da insan uygarlığının beşiğine dönüşmesinden uzun süre önce), fosil olarak izlerini bırakmıştır. Gize piramitlerinin taş kalıpları, alg parçalarıyla, mikroskobik plankton kabuklarıyla, taşlaşmış salyangozlarla doludur. Yaklaşık 160 kilometre güneybatıda, Nil Nehri'nin suladığı, palmiye ağaçlarıyla bezeli Feyyum Vahası civarındaki Eosen katmanlarında ise çok daha görkemli fosiller baş veriyor.

Vadi el-Hitan, Arapçada "Balinalar Vadisi" anlamına gelir. Mecaz falan değil. Balina iskeletleri çöl zeminine benek benek dağılmıştır. Sanki Eosen'deki deniz tabanı, karaya çıkıp taşa dönüşmüş. Sarsıcı bir manzaradır bu. Adeta gerçekliğe aykırıdır. Binlerce balina, şu an yüzdükleri en yakın denize en az 160 kilometre uzakta, dünyanın en kuru köşelerinden birinde kumda oturmuş, güneşte kavruluyor. Suyun dışındaki bu balinalar Ay kraterlerinden düşmüş olsalar, anca bu kadar şaşırırdık. İskeletlerin birçoğu, eski kemikler asgari ne kadar bozulabilirse en fazla o kadar bozulmuştur: Kocaman bedenler, en baştaki düzenlenişleriyle aynen korunmuş. Dişleri eksiksiz olan kafalar, hafif eğimli sırt kemikleriyle bağlantılıdır. Kaburgalar yana doğru açılmıştır. Gövdenin yılankavi hatlarını izlerseniz, yassılaşmış yüzgeçler omuzlardan çıkar, ardından arka omurlar kuyruğa geçiş yapar, son olarak da kuyruğun incelmeye başladığı yerde, kimi küçük kemikler boy gösterir, iskeletin geri kalanından ayrılmışlardır.

Bir leğen kemiği ve bir bacak.

Tuhaf. Günümüz balinalarında bacak göremezsiniz. Çünkü buna ihtiyaç duymazlar; yön değiştirmek için ön yüzgeçlerini, yüzmek içinse yassı kuyruklarını kullanırlar.

Vadi el-Hitan iskeletleri (on beş metre uzunluğunda *Basilosaurus*, daha ufak kuzeni *Dorudon* ve daha başka birkaç türe ait iskeletler), normal balinalar değildir. Balinaların bir zamanlar yürüdüğü bir dönemi çağrıştırıyorlar. Her ne kadar kendileri okyanusta yaşamış olsa da, Vadi el-Hitan türleri, Eosen'in 10 milyon yılı aşkın dilimi boyunca suyla haşır neşir olmuş, bedenlerini tadil edip sürat koşucularının uzun uzuvlu çerçevesini denizaltı şekilli bir yüzme makinesine dönüştürüp bir daha da kuru toprağa ayak basmayan karasal atalarının bacaklarını muhafaza etmiş. Bu esnada, giderek irileşmiş, dalgalara iyice uyum sağlamış, kara memelilerinin olağan beden parçalarını kademe kademe kaybederken, eksiksiz bir su yaşamı için gerekli parçaları edinmişler.

Biyoloji ders kitaplarının bu vazgeçilmez başlığı, büyük evrimsel geçişlere dair çok önemli bir örnektir; bir organizma tipinin radikal biçimde farklı görünen ve davranan başka bir şeye dönüşmesi. Yeniden yontulmuş bedenleri, yeni yaşam tarzına uyum göstermiştir. Burada varsayım yok; *Basilosaurus* ve *Dorudon* gibi gerçek fosil iskeletlerden meydana gelen, balinaların başkalaşımını aşama aşama gösteren bir zincir var elimizde. Fosil kaydında "geçiş fosillerinin" ya da "kayıp halkaların" var olmadığını iddia eden olursa, ona Yürüyen Balinalar'dan bahsedin.

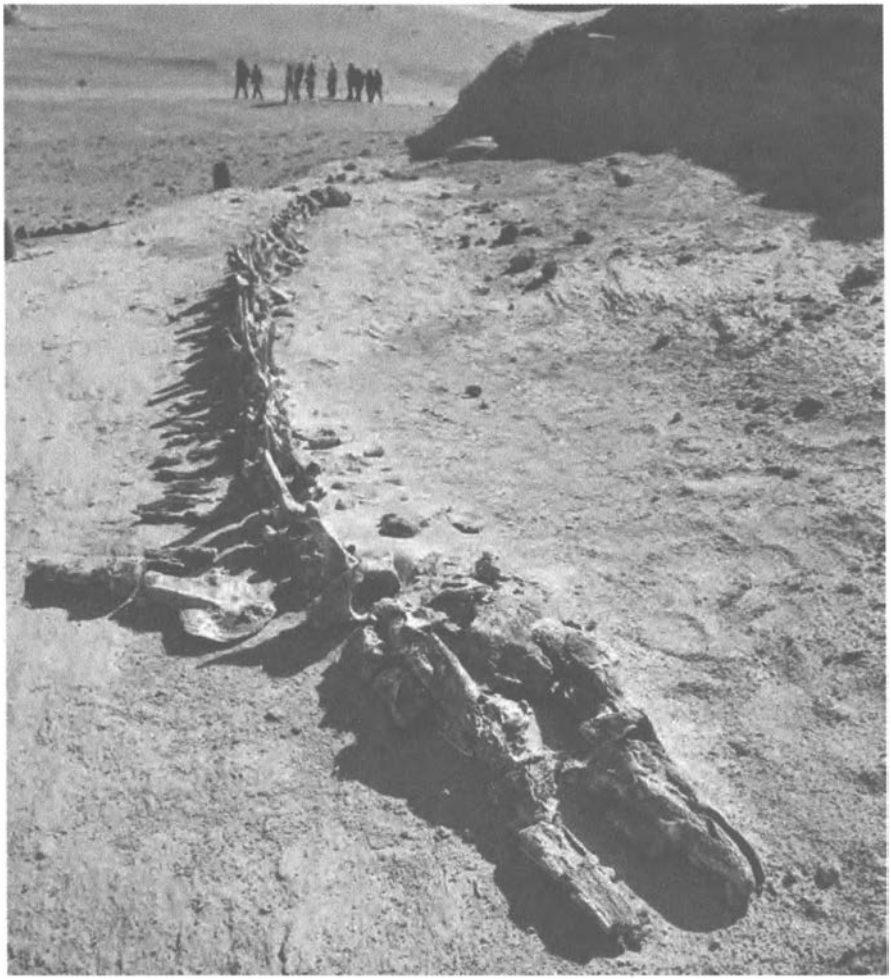
Balinaların tarihine dalmadan önce, belli bir hususu yolumuzdan çekip bariz olanı ifade edelim. Balinalar balık gibi görünüyor. Bunları dev balıklar sanmak ayıp değil; balinaların memeli olduğunu ancak okulda seneler geçirdikten sonra



Sağda: Mısır'daki Vadi el-Hitan Çölü'nde fosil balina iskeletleri. (fotoğraflardan üstteki Ahmed Mosaad'a ve yan sayfadaki Muhammed Ali Musa'ya aittir)

kavradım. Balığa benziyorlar, çünkü yakınsak evrim, vücutlarını aynı yaşam tarzına göre yonttu. Yüzmek, suda beslenmek ve suda üremekten müteşekkil bir yaşam tarzı. Demek ki balinaların başka memelilere benzemeyişinin sebebi, Eosen'de karadan denize geçişin, klişe "memelinin" pek çok özelliğini, davranışını silmesi ya da bunlara yeni amaçlar kazandırmasıdır. Dolayısıyla balinalar, memelilere en benzemeyen memelilerdir; yine de memeliler. Yakından bakarsanız, emareleri görebilirsiniz. Memelilerin özelliği olan tek altçene kemiğine ve üç orta kulak kemiğine sahipler. Meme bezleri bulunuyor, yavrularını emziriyorlar, üstelik derileri pürüzsüz olsa da, kıl kalıntılarını muhafaza etmişler; mesela ağız etrafındaki bıyıklar bazı türlerde sadece yavrularda mevcut. Dahası, balinalar plasentalı memelidir: Plasentanın beslediği iri (çoğunlukla da çok iri) ve gelişkin yavrular doğururlar. Buna inanmıyorsanız, kanıt, balinaların göbek deliğindedir; plasentadan gelen göbek bağı, bu noktada rahime bağlanır.

Tamam, balinalar memelidir, ama, ne tür memeli? Başka bir şekilde ifade etmek gerekirse: Ne tip kara memelilerinden evrimleştiler? Bu soru, binlerce yıl boyunca düşünürlerin aklını meşgul etti. Aristoteles, balinaların balık olmadığını fark etmişti, ancak, evrim kuramından çok önceki o günlerde, başka bir türden türediklerini kavramsallaştırması mümkün değildi. Darwin, nadir ama utanç verici bir saçmalama anında, balinaların, ağzı açık yüzen, böylece su yüzeyinden sinek toplayan ayılardan evrimleşmiş olabileceği fikrini



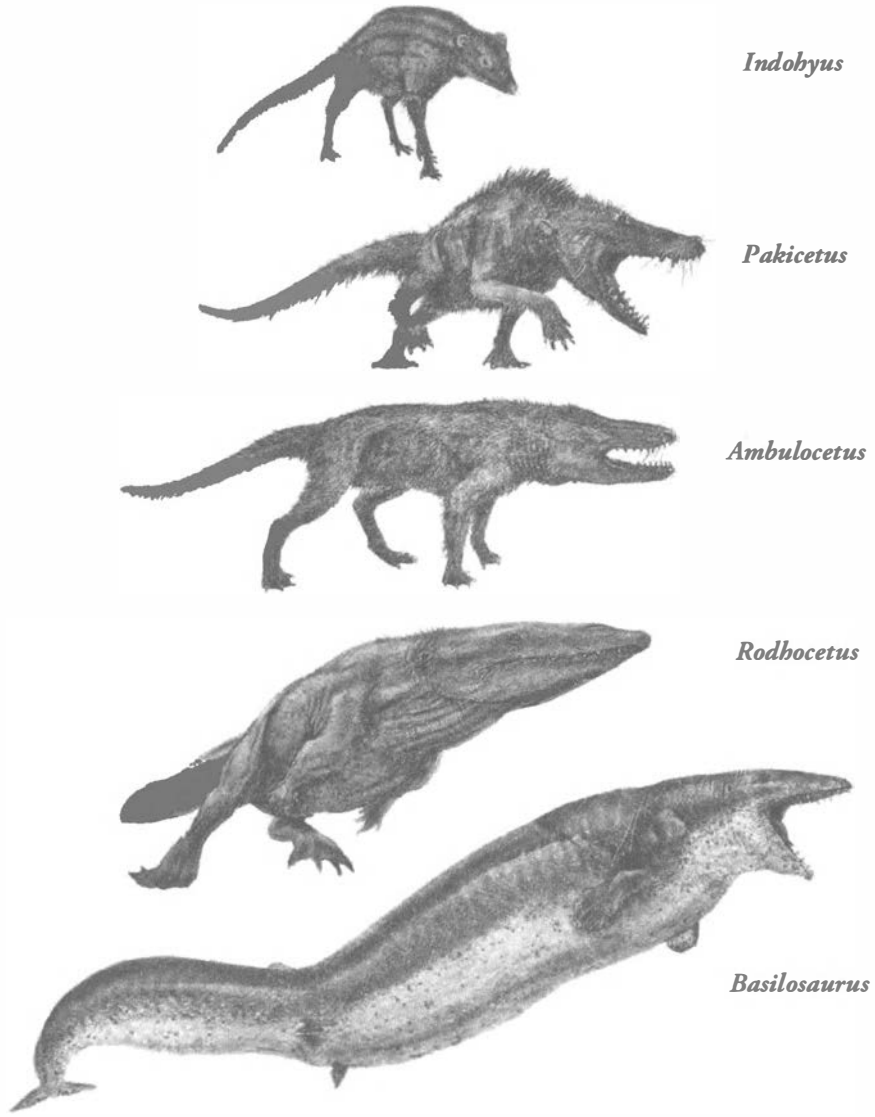
ileri sürdü; öyle gülünç bir düşünceydi ki *Türlerin Kökeni*'nin daha sonraki baskılarından çıkarmıştır. George Gaylord Simpson, 1945'te ünlü memeli aile ağacını çizdiğinde, bu soruya fazla mesai harcadı. Balinalara özel bir dal ayırıp öteki gruplardan çok uzağa yerleştirdi. Nihayet yirminci yüzyılın ikinci yarısı sırasında, fosil kayıtlarında, balina atası olma yolunda umut vadeden bir aday ortaya çıktı: Mesonychid denen"arkaik" Paleosen plasentalıları. Bunların kalın, keskin dişleri, fosil balinalarınkine benziyordu. Fakat, yakınsak evrim sorunundan ötürü diş benzerliklerini temel alan karşılaştırmalar sıklıkla şüpheli olduğundan, bu ilişki kesin olmaktan uzaktı.

Gerçek yanıt, yirminci yüzyılın sonunda, bir kez daha hem fosiller hem de DNA babalık testi sayesinde ortaya çıktı. Bu örnekte ikisi de aynı sonuca ulaştı (daha önce bahsetmiş olduğumuz vakaların aksine). Balinalar çifttoynaklıdır, yani toynaklı memeliler ailesinin çift sayıda ayak parmaklı üyelerindendir.

Balinaların, aile ağacında ineklerle, koyunlarla, hipopotamlarla, develerle, geyiklerle, domuzlarla, yarık ayaklı otçullarla aynı kümeye girdiğini ilk gösteren, DNA oldu. Derken fosiller peşinden geldi. 2001'de Eosen'den kalma birkaç ilkel Yürüyen Balina iskeletinin, çifttoynaklılara özgü en bariz özelliğe sahip olduğu görüldü: ayak bileğinin çift kasnaklı, iki ucu derin oluklu aşıkkemiği. Geçen bölümde gördüğümüz üzere çifttoynaklılar Eosen başındaki PEIA küresel ısınması tufanında ortaya çıktığında, bilekleri yerinden çıkmaksızın hızlı koşmanın bir yolu olarak bu eşsiz ayak bileğini geliştirdi. Başka hiçbir memeli, at ya da köpek gibi hızlı hayvanlar bile bu özelliğe sahip değil. Elbette günümüz balinalarında da bu özellik yok, çünkü ayak bileklerine dair tüm izleri yitirdiler. Suya girme aşamasında olan ve arka bacaklarını şimdiden neredeyse köreltmiş bulunan bu eski balinaların böyle bir özellik taşımasının yegâne sebebi, çifttoynaklı atalarından alıp henüz yitirmemiş olmalarıdır. Apandisimiz gibi, bir zamanlar belli bir işe yarıyordu, ama artık o işe yaramıyor, yine de varlığını sürdürüyor. Bu da iyi oldu, çünkü DNA'nın aksine ayak bileği kemiğine dokunabilirsiniz. Dolayısıyla en şüpheci paleontologlar bile balinaların çifttoynaklı olduğuna derhal ikna oldu.

Bu da akla sıradaki soruyu getiriyor: Balinalar ne tür çifttoynaklılardan evrimleşti? DNA babalık testi bir nevi yanıt sunuyor: Balinaların yaşayan en yakın akrabası hipopotamlardır. Fakat, hipopotamlar ve balinalar pek benzemez; mavi balina ile ırmak hipopotamının ortak atasının neye benzemiş olabileceğini gözünüzde canlandırabilir misiniz? Ayrıca ilk hipopotamlar, *Basilosaurus*'un ve *Dorudon*'un Eosen denizlerinde su içinde kayarak ilerlediği dönemden milyonlarca yıl sonra, Miyosen'de yaşadı. Demek ki hipopotamlar, balinaların ataları değil, birinci dereceden kuzenleriydi. Asıl atalar, fosil kaydındaki geçiş türleriydi ki bu zincir, *Basilosaurus* ile *Dorudon*'u içeriyor. Paleontologlar bu hususta kına yakabilir: Balinaların suya nasıl girdiğinin hikâyesini gün yüzüne çıkaran DNA değil, sadece fosillerdir. Bambi'nin Moby Dick'e dönüşmesinin masalıdır.

Bu hikâye, Mısırlı balinaların en az 10 milyon yıl öncesinde, Tetis dalgalarının doğusunda başlıyor. O zamanlar Hindistan hâlâ adaydı, ama, bu durum çok uzun sürmeyecekti. Ekvatordaki deniz yolu aracılığıyla hızla kuzeye ilerliyordu. Kaderinde Asya'yla çarpışmak vardı. Tetis'in kapanışının ilk sahnesi sergileniyordu. Yaklaşık 50 ila 53 milyon yıl önce (aşağı yukarı), iki kara kütlesi arasına sıkışmış dar bir tropikal su kütlesi kalmıştı. Bu bölge kısa süre içinde parçalanacak, kapanıp Himalayaları, hareketsiz iki yer kabuğu bloğunun arasındaki



Balina evrimi dizisi. (Todd Marshall'ın çizimi)

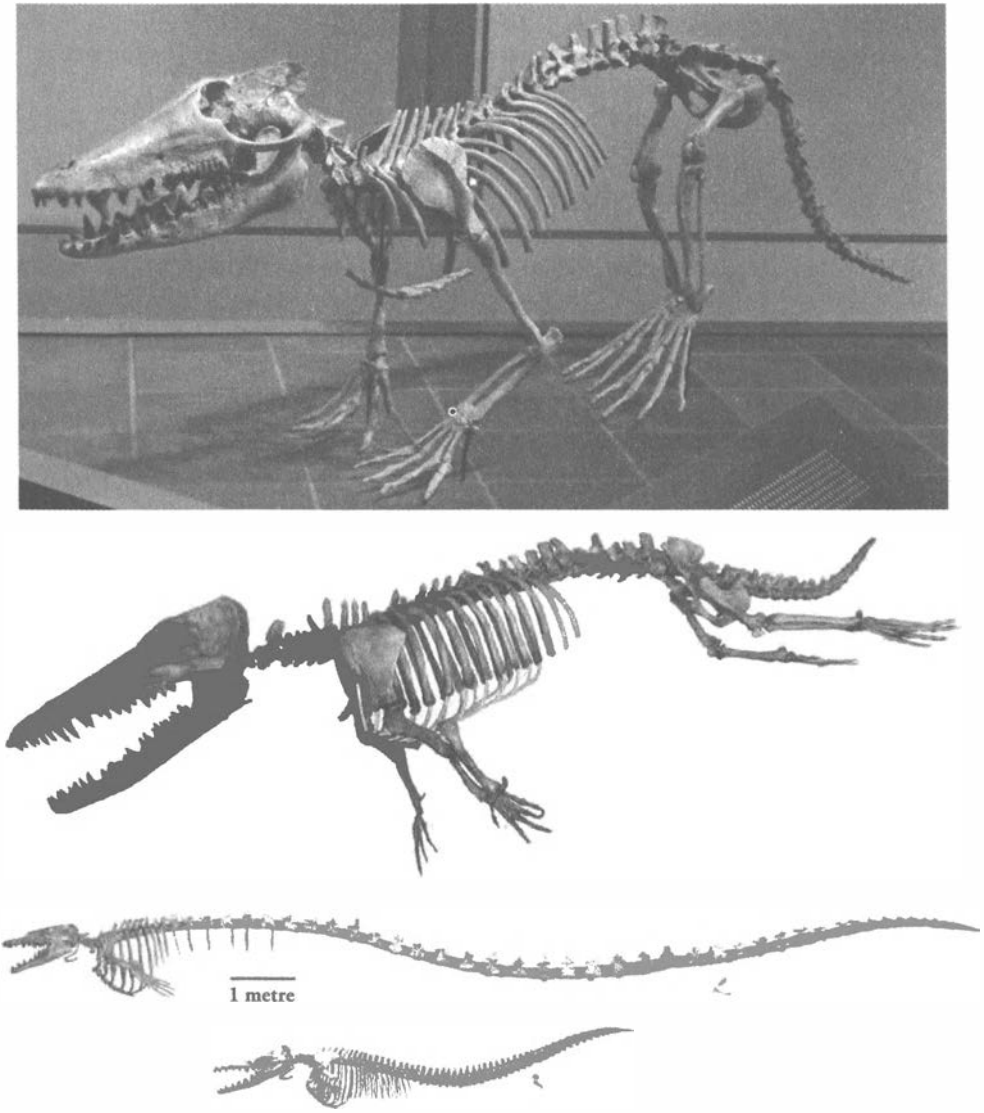
dikişi oluşturacaktı. Gerçi birkaç milyon yıl daha geçtiğinde, sessiz sakin bir baraj suyuna dönüşmüştü. Güneşin aydınlattığı bu okyanus sığlığı bölgesini Hindistan'dan çıkan ırmaklar besliyordu. Bu gösterişsiz mevki, evrim tarihinin en şahane deneylerinden birinin kabıydı.

Hindistan adasında mahsur kalmış nice memeliden biri, *Indohyus* denen rakun boyutlu çifttoynaklıdır. Sekerek hareket eden ufak tefek bir hayvandı. Ceylan gövdesi üstüne köpek ağzı yerleşmiş gibiydi. Sütuna benzeyen bacakları üstünde, orman boyunca parmak ucunda yürürdü. Yaprakları çiğneyerek ve yırtıcılardan saklanarak mütevazı bir yaşam sürerdi. Çift kasnaklı ayak bileğinin organize ettiği sekerek koşma sayesinde kendisini kovalayan pek çok hayvanı hızıyla alt edebilirdi. Gerçi ara sıra, ayaklarıyla değil kanatlarıyla gelen daha yetkin yırtıcılar, avcı kuşlar, bu hayvanı faka bastırırdı. Fakat, bu toynaklı ufak memelinin bir numarası vardı: Günümüzün Afrika fare geyiği gibi, su akıntılarının ve göllerin içine sıçrayıp su altına sinerdi. Usta bir yüzücü değildi, ama suyu sığınak niyetine kullanıyor, belalısının uçarak uzaklaşmasını beklerken belki fırsattan istifade, su bitkilerine yumuluyordu. Kabul etmek gerekir ki pek eğlenceli bir kurmaca bu, ama fosillere dayanıyor. Fosiller, *Indohyus*'un yaşam tarzını aydınlatmakla kalmıyor, incecik vücudu mavi balinanın devasa boyutlarından çok ama çok uzak olan bu minik hayvanın, balina atası olduğunu da gösteriyor.

İlk *Indohyus* fosillerini Keşmir'de (Hindistan, Pakistan, Çin arasında tartışma konusu olan, Himalayalar'daki sınır bölgesi), Hint jeolog A. Ranga Rao 1971'de toplayıp tanımladı. Sayıları çok değildi. Sadece birkaç diş ve çene kemiği parçası. Rao vefat ettiğinde, ne tür bir hayvan bulduğuna ilişkin pek fikri yoktu. Fakat, dul eşi azimliydi. Keşmir'deki kazı alanından gelen kayaç kutularını muhafaza etmişti. Kutuların birçoğu açılmamıştı. Bu kutuları Hollandalı-Amerikalı paleontolog Hans Thewissen'e aktardı. Thewissen en başta bu numunelere kafa yormadı... ta ki teknisyeni, taşlardan birinin içine gömülü bir kafatasını kazara açana dek. Thewissen gözlerine inanamadı: Üç ortakulak kemiğini kapsayan içi boş kabarcık (bulla), salyangoz kabuğu şeklindeydi. İç duvarı kalın ve eğriydi. Kafatasının arka kısmına yaslanmış kemik muhtemelen anatomi uzmanları dışında kimsenin dikkatini çekmezdi, ama, iki muazzam içerimi vardı.

Birincisi, soykütüğü bakımından bu sıradışı kabarcık, *Indohyus*'u balinalara bağlar. Neredeyse tüm memelilerde mevcuttur. Kimisinde yumurta kabuğu kadar incedir, bir hava kabarcığı gibi görünür. Fakat, balinalarda öyle değildir. Deniz kabuğu şekilli kabarcıkları, taş kadar serttir. Çift kasnaklı ayak bileği ne kadar çifttoynaklılara özgüyse, bu kabarcık da o kadar balinaların kartvizitidir. *Indohyus* gibi çok eski hayvanların DNA'sını bulmak imkansız olduğundan, anatomi, aile mirasına dair anca bu kadar kesin kanıt sunabilir.

İkincisi, kabarcık bize *Indohyus*'un yaşam tarzı hakkında da bir şeyler anlatıyor. Balinaların garip kabarcığının sağlam bir sebebi var. Tüm memelilerde bu mağaramsı kemiklerin (kafanın iki yanında birer tane), sinyal parazitini yok eden kulaklıklar olduğunu hatırlayın. Bunlar, sesin kulak salyangozuna, sonra



Fosil balinaların iskeletleri, karadan denize geçişi gösteriyor; yukarıdan aşağıya: ***Pakicetus***, ***Ambulocetus***, ***Basilosaurus***, ***Dorudon***. Yalnızca en alttaki iki görsel için 1 metrelik ölçek geçerlidir. (fotoğraflar, sırasıyla Kevin Guertin, Notafly, ve Voss ve arkadaşları makalesine (2019, ***PLoS ONE***) aittir)

da beyne iletimi sırasında orta kulak kemiklerini yalıtır. Balinalar su altında da işitmelidir. Havaya göre daha zorlu bir ortamdır bu. İşte bu yüzden işitme aygıtına ihtiyaç duyarlar. Kabarcığın dış yüzeyindeki kalınlaşma ve kabuğundaki

eğrilik, ses tespit yeteneğini güçlendirir. Demek ki *Indohyus*'da da aynı aygıtlar varsa, su altında gayet iyi işitebiliyor demektir. Bu durum, Rao'nun fosillerindeki başka acayipliklere uyuyor. *Indohyus*'un uzuv kemikleri son derece yoğundur. Duvarları kalın, ilik boşlukları küçüktür. Suyun kaldırma kuvvetinin etkisini azaltmak ve su altında kalmak için dengesini sağlaması gereken su hayvanlarının tipik özelliği. Üstelik vücut boyutları (küçük kafa, gürbüz gövde, dal gibi uzuvlar, uzun eller ve ayaklar), fare geyiğininkine fazlasıyla benzer. İkisinin de ırmak ve su akıntısı kenarlarında yiyecek toplayarak, tehdit belirdiğinde suya dalarak benzer bir yaşam sürdükleri düşünülüyor.

Tüm bulgular bir araya getirildiğinde, *Indohyus*'un suyla deneyler yapan bir kara hayvanı olduğu net. Böylece uzun bir evrim yolculuğunun ilk adımlarını atmıştı. Bu yolculuk önceden belirlenmiş falan değildi. Doğa, balina yaratmaya soyunmadı. Evrim o şekilde iş görmez. Önceden tasarlamaz, sadece anlık çalışır; organizmaların doğrudan karşılaştıkları zorluklara uyum göstermesini sağlar. *Indohyus* suya kaçtığında, yalnızca sıvışmaya ya da yiyecek bulmaya çalışıyordu. Kendi soyunun ileride deniz devi olacağından zerre haberi yoktu. Fakat, eşik bir kez geçilmişti. Bu ufak tefek çifttoynaklılar madem toynaklarını suya sokmuştu, doğal seçilim bunları yontup daha yetkin yüzücülere dönüştürebilirdi.

Sıradaki görev, ön ve arka bacaklar konusunda bir şey yapmaktı. *Indohyus*'un kürdan misali uzuvları ve toynaklı parmakları, suda anca cılız bir itiş gücü kazandırabilirdi. Yüzme havuzunu boylamış geyiğin dolaşımdaki videolarından birini gördüyseniz, ne kastettiğimi anlarsınız. Evrimin önerdiği çare, *Pakicetus*'tu. Karadan denize uzanan zincirde, sıradaki halkaydı. Thewissen'in doktora danışmanı Phil Gingerich tarafından tanımlanmıştı. Onunla geçen bölümde tanıştık. PEIA küresel ısınması konusunda uzmandır. Gingerich'in, erken dönem balinalar konusunda uzman olduğu da bilinir. *Pakicetus*, kazandığı en büyük ödüldür. İri bir köpek boyutundaydı. Kurtların uzun ağzına ve keskin dişlerine sahipti. Beslenme tarzının otçuldan etçile değiştiğinin işaretidir. Gerçi en fazla öne çıkan husus, uzuvlarıdır: *Indohyus* uzuvlarından daha gürbüz, üstelik ön ve arka bacakları, dalgıç paletine benzemeye başlıyor. *Pakicetus* iki alemde de hâlâ öncelikle yürüyüşçüydü: Çift kasnaklı ayak bileği sayesinde karada yetkin şekilde gezinebiliyor, ayrıca Tetis'i besleyen sığ tatlı su akıntılarının dibinde yürüyebiliyordu. İstediğinde uzuvlarını kürek gibi de kullanabiliyor, bedeniyle azıcık kıvrılarak ilerleyebiliyordu. Bu çok amaçlı amfibik taşıt, etrafta farklı şekillerde dolanabiliyordu.

Gerçi yine de *Pakicetus*, zarif bir yüzücü olmaktan çok uzaktı. Kara ile deniz arasında gidip gelirken ikili bir yaşam sürüyordu. Thewissen'in tanımladığı *Ambulocetus*, evrim zincirinde bir sonraki halkaydı. Hindistan adasından denize açılmış, Tetis kıyısının tuzlu kenarlarına gelmişti. İri bir deniz aslanı

boyutundaki bu hayvan, *Pakicetus*'a kıyasla açıkça suya daha uyumluydu. Bedeni daha uzun, daha tüp şekilliydi, uzuvları kısaydı, ön ve arka ayakları genişti, kürek gibi görünüyorlardı. Kıyı akıntılarında, biri eski diğeri yeni, iki usulle ilerliyordu: Karadaki atalarından alıp muhafaza ettiği, ön ve arka ayaklarıyla kürek çekme yöntemi ile su içinde geliştirdiği, belkemiğini aşağı yukarı dalgalandırma. Üstelik başka bir işitme aygıtı daha evrimleştirmişti: Alt çenede, kabarcık kemiğiyle bağlantılı bir yağ yastığı su altındaki titreşimleri toplayıp kulağa gönderiyordu. Tıpkı günümüzün balinaları gibi *Ambulocetus* da resmen çene vasıtasıyla işitiyordu. Bu evrimsel gereç, kara memelilerine özgü kulak zarının, havuzda birbirimizle konuşmaya çalıştığımız zamanlarda tanık olduğumuz üzere, su altındaki işlevsizliğini aşmaya yarıyordu. *Ambulocetus*'un yüzme ve duyu hünerlerine sahip bir hayvanın, karada geçirecek pek vakti yoktur. Muhtemelen hâlâ, en azından dura kalka yürüyebilse de, daha ziyade timsah gibi yaşıyordu; sığ sularda aylak aylak gezinmeyi yeğleyen, sivri dişleriyle balık yakalayan bir pusu yırtıcısı.

Bu noktada evrim, minyatür geyik gibi görünen bir canlıyı alıp az çok iri, yüzgeçli, yüzücü bir memeli üretti. Bu hayvan su altında gayet güzel işitebiliyordu, hem karayla hem tatlı suyla bağını koparmıştı, şimdi Hindistan adasının kenarındaki okyanus kıyısı sığlıklarında kürek çekiyor, vücudunu çırpıyor, pusuya yatıyordu. Buradan geri dönüş yoktu. Kara artık dikiz aynasında kaybolan bir görüntüden ibaretti. İleride okyanus vardı. Hem de tamamı. Tek bir adanın kıyıları değil, dünya yüzeyinin yüzde 70'ini kaplayan açık genişlikler, karanlık derinlikler.

Bütün dünyaya yayılmış ilk balinalar, protocetidlerdi. Bu grubun timsali, *Rodhocetus*'tu. Yine Gingerich'in isimlendirmiş olduğu bir türdür. Bunlar hâlâ Yürüyen Balina'ydı, ama, güç bela. Elleri, özellikle de ayakları gülünç bir şekilde aşırı büyüktü; bunun sebebi, koşucu olmaları değildi. Hayır, bu geniş el ve ayaklar, yüzme teçhizatıydı. Protocetidler bedenlerini karada destekliyor olsalar da, ayağında paletle koşmaya çalışan dalgıçlar kadar tuhaf görünüyorlardı. Muhtemelen foklar gibi yaşıyor, zamanlarının çoğunu suda geçiriyorlardı, ama, güneşlenmek, çiftleşmek, doğum yapmak, yavrularını emzirmek için ara sıra kendilerini kayalara atıyorlardı. Bu işler dışında, kara pek işlerine yaramıyordu. Atalarının memleketinden öteye açılmayıp karayı tamamen terk ettiler, okyanusa yöneldiler. 40 milyon yıl öncesine gelindiğinde (Hindistan Asya'ya saplanıyordu), Asya, Afrika, Avrupa, Kuzey Amerika kıyılarında protocetidler kol geziyordu. Güney Amerika'nın Büyük Okyanus kıyıları kadar uzak bir noktada bile *Peregocetus* adlı tür yaşıyordu. Protocetidler ve aynı dönemde göç eden Afrotheria manatileri, kozmopolit plasentalı memelilerin ikinci dalgası olarak yarasaları takip etti. Yarasalar, uçma vasıtasıyla coğrafyadan kendilerini

koparmışken, protocetidler bu işi yüzerek yapıyordu, perdeli devasa ön ve arka ayaklarıyla tüm dünyayı dolaşıyorlardı.

Derken, Yürüyen Balinalar yürümeyi kesti. Bu sayede, karadan kopuş tamamlandı. Vadi el-Hitan'ın Mısırlı iskeletleri, özellikle *Basilosaurus*, balina evriminde bu kritik ânı yansıtıyor: Bütünüyle su yaşamına geçmişlerdi, bugün balina diye bildiğimiz şekle benzemeye başlamışlardı.

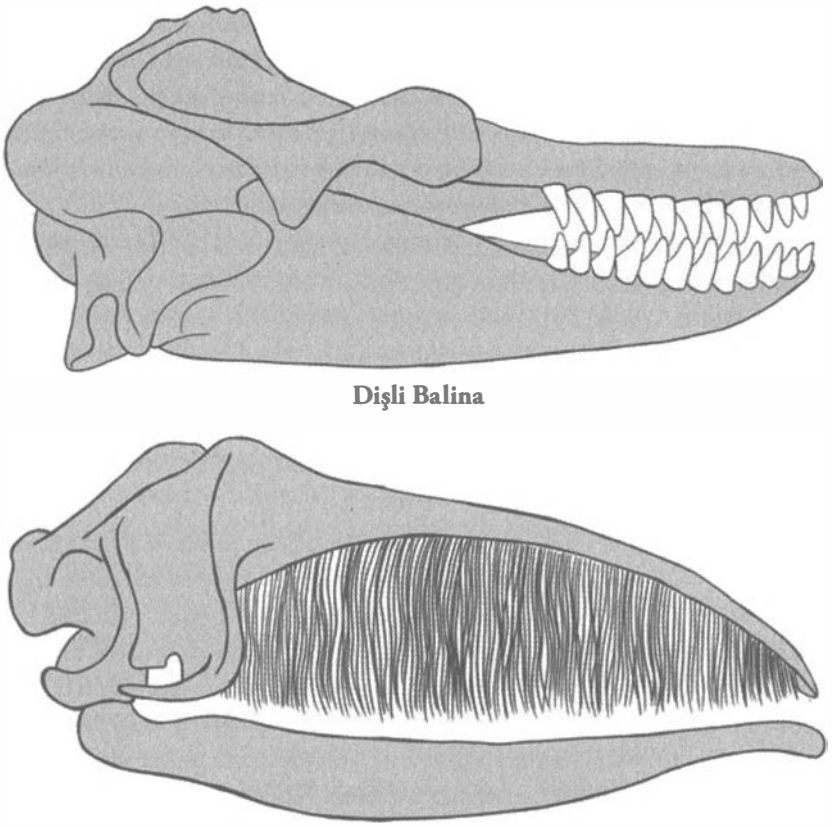
Basilosaurus'u protocetidlerden ayıran birkaç husus var. Evvela, devasaydı: Aşağı yukarı on yedi metreydi, ağırlığı en az beş tondu, çoğu protocetidden kat kat iriydi. *Basilosaurus,* kocaman bedenini su içinde hareket ettirmek için yeni bir yüzme cihazı icat etmişti: Geniş omurların desteklediği yassı kuyruk, itiş gücü yaratmak için yukarı aşağı hareket ediyordu. Bu kamçı hareketini mümkün kılan sebep, leğen kemerinin ve arka bacağın zayıflayıp belkemiğinden ayrılması, böylece kuyruğa daha büyük esneklik payı tanınmasıydı. *Basilosaurus*'un bacakları acınasıydı. İnsan bacaklarından küçüktü, çoğu tekneden daha uzun olan gövdesine ilişmişti. Bunları yine de gövde üzerinde görmek mümkündü, ama, daha sonraki balinalar, bu uzuvlara dair tüm dışsal işaretleri kaybedecekti. Geriye sadece vücudun içinde büzüşmüş birkaç leğen ve uzuv kemiği kalacak, bunlar da cinsel organ kaslarına bağlı olmaları sayesinde yok olmaktan kurtulacaktı. Fakat, *Basilosaurus*'un ön uzuvları hâlâ belirgindi, dümen işlevi gören düzleşmiş geniş küreklere dönüştüler, öte yandan beş tonluk bedeni karada destekleyemeyecekleri açıktı. Boyun kısaldı, bedenle kaynaşıp dikişsiz torpido şekline kavuştu. Sinüs boşlukları, kulak etrafındaki kemikleri istila etti. Bunun amacı, dalış sırasında basınç ayarı yapmaktı. Burun delikleri de geriye kayıp hava deliğine dönüştü. Tüm bunlar, *Basilosaurus*'un yetkin bir yüzücü olmasına yardım etti. Alelade bir yüzücü değildi, yüreklere korku salıyordu: Diğer balinaları mideye indiren tepe yırtıcıydı. İskeletlerden birinin midesinde bulunmuş *Dorudon* kemikleri bunun kanıtıdır.

Eosen'in sonuna gelindiğinde, Yürüyen Balinalar'ın hepsi gitmişti. Geçiş tamamlanmıştı: Kara hayvanı, mecburi bir yüzücüye dönüşmüştü. Hiçbir surette karaya çıkamazdı; ne yırtıcıdan kaçmak ne yemek ne doğurmak ne uyumak için. Bu noktadan itibaren balinalar *her şeyi* suda yapacaktı. Gelgelelim, evrim, kurcalamaya devam etti. Hep de devam eder. Eosen-Oligosen sınırı civarında, 34 milyon yıl önce, balina evriminin sıradaki evresi başladı: Su balinalarını yontup olup olabilecekleri en iyi su hayvanlarına dönüştürmenin zamanıydı.

O dönemde balinalar iki yola ayrılmıştı. Günümüz balinalarının iki çeşidine can verdiler: dişli balinalar ve çubuklu balinalar. Her birinin kendi anatomik ve davranışsal özellikleri vardı. Deniz altı hayatına müthiş uyumlu özelliklerdi. İki grubun da fosilleri Eosen-Oligosen sınırı civarında boy göstermeye başlıyor.

Bu dönemden itibaren modern tarz balinalar, protocetidler ile *Basilosaurus*'un sınırlarının ötesine taşıp yüksek enlemlere ve soğuk okyanuslara yayıldılar. Artık hem kıyıları hem açık denizleri, hem kutup soğuklarını hem tropikal sıcaklıkları, hem sığlıkları hem derinleri mesken tutuyorlardı, hatta ırmak yunuslarıyla (evet, yunuslar bir balina tipidir) *Indohyus* ile *Pakicetus*'un nehir ortamlarına geri dönen başka türler sayesinde tatlı suya da atılıyorlardı. Nereden bakarsak bakalım, balinalar dünya çapında bir imparatorluğa dönüştü.

Resmi olarak odontoceti adıyla tanınan dişli balinalar arasında günümüzde ispermeçetler, orkalar, narvallar, yunuslar ve musurlar bulunuyor. Bunlar vahşi yırtıcılardır. Okyanus besin zincirinin tepesinde yer alırlar. Emirlerine amade üç temel silahları vardır.



Dişli balinaların ve çubuklu balinaların kafatasları. (Sarah Shelley'nin çizimi)

Birincisi, keskin dişleridir. Dişler öyle dönüşüm geçirdi ki artık memeli dişi gibi görünmüyorlar. Tüm o karmaşık küspisler ve sırtlar; kesicidiş, köpekdişi, küçük azıdişi, büyük azıdişi, hepsi gitti; süt dişlerinin yerini kalıcı dişlerin alması, çiğneme yeteneği, hepsi ortadan kalktı. Bunlar yerine tüm dişler koni şekilli çivilere benzer. Balıkların ya da başka balinaların etini kesmeye yarar. Dişli balinalar daha sonra bu etleri dosdoğru yutar. Bazı dişli balinalar beslenme sırasında dişlerini pek kullanmaz, tembel davranıp avı bütün halinde mideye indirirler.

İkincisi, ne ilginçtir ki yarasalarla ortak bir noktadır, gerçi açıkça onlardan bağımsız gelişmiştir: ekolokasyon. Dişli balinalar yüksek frekanslı çıtırtı ve ıslık sesleri çıkarır. Bunun için, akustik özelliklere sahip dudaklarıyla havayı sıkıştırırlar. Bu yapı, hava deliğinin hemen altında genizdeki etli dar geçittir. Alından çıkıntı yapan ve kavun [melon] denen yağ öbeği, akustik mercek gibi iş görür. Sesleri odaklar. Böylece sesler akis yapar, yankılanır, kulakta özelleşmiş kulak salyangozu tarafından tespit edilir. Yarasalar, böcek kapmak ya da kanını emecekleri kurbanları bulmak için ekolokasyona başvururken, dişli balinalar, derin okyanusun karanlık, çamurlu bulanıklığında balık ya da supya sürülerini tespit etmek için sonarlarından yararlanır. Öyle keskin bir duyudur ki balinaların artık koku almasına gerek kalmamıştır; zaten de alamazlar.

Son olarak, dişli balinaların beyin boyutu muazzamdır. İspermeçetin beyni, dünyadaki her türlü hayvanın beyninden iridir. Belki de gelmiş geçmiş en büyük beyindir. Ağırlığı yaklaşık on kilodur. İnsan beyninin ağırlığının aşağı yukarı beş katı. Fil türlerinin beynini de sollar. Ham ve göreli bir zekâ ölçümü yapmak amacıyla beyin boyutunu beden boyutuna bölerseniz, hayvanlar arasında en yüksek ikinci puan onlarındır, sadece insanların gerisinde kalırlar. İspermeçetler, avlarını zekâlarıyla alt edecek kadar akıllıdır. Araç gereç kullanabilirler, kendilerini aynada tanıyabilirler.

Tüm bu yırtıcı güç araçları, günümüz ispermeçetlerinden ve akrabalarından çok daha uzun süre önce, Eosen-Oligosen sınırı civarında evrimleşmeye başladı. Güney Carolina'da bulunmuş *Cotylocara* ve *Echovenator* gibi en yaşlı dişli balina fosillerinde koni şekilli dişler, iri beyinler, yüksek frekanslı seslerin üretimi ve tespitiyle alakalı kafatası özellikleri vardı (mesela kavunda çanak şekilli bir girinti ve bunu kontrol eden kaslarla geniş tabanlı bir kulak salyangozu). Böylece dişli balinalar, çubuklu balinalardan ıraksarken, aşırı büyük beyinler ve ekolokasyon yeteneği geliştirdiler, kendilerine has avlanma tarzlarını ve bilişsel özellikleri hızla şekillendirdiler. Oligosen boyunca ve günümüze kadar, sonar özelliği kullanma konusunda giderek daha maharetli hale geldiler. Ses çıkarmaya yarayan yüz kasları ve sesleri dışarı yaymaya yarayan kavun irileşti.

Eski dişli balinaların bazıları, modern dişli balinaları, hatta ispermeçetleri bile geride bırakır. Moby Dick'e hürmeten *Livyatan melvillei* adı verilmiş Miyosen çağına ait hayvan, yaklaşık 12 milyon yıl önce Güney Amerika açıklarında Büyük Okyanus'ta etrafı kolaçan ediyordu. Dünya tarihinin en iri yırtıcılarından biriydi, nokta. Vücudu on sekiz metre uzunluğundaydı, kafası üç metreydi. Bir insan, gerçi pek rahat bir yer olduğu söylenemez ama, içine rahatlıkla sığardı. Isırığı öyle genişti ki gelmiş geçmiş en iri kara yırtıcısının kafatasını, tek ve biricik *T. rex*'i, rahatlıkla yutabilirdi. Bu da yetmezmiş gibi, ayak uzunluğunda dişleri, demiryolu kazıklarından daha kalındı. Avının kemiklerini parçalamaya tam uygunlardı. Çubuklu balinaları avlıyorlardı. İkinci kalite canavar filmleri çeken bir yönetmenin hayalgücünden fırlamış gibi, *Livyatan*, meşhur süper köpekbalığı *Megalodon*'la aynı suları paylaşıyordu; köpekbalığı hiç şüphesiz balinadan korkardı.

Livyatan ve öteki dişli balinalar kocaman olsalar da, en iri çubuklu balinaların ebadına hiçbiri uzaktan yakından yaklaşamıyordu. Resmî adı mysticeti olan çubuklu balinalar arasında mavi balinalar, eubalena (gerçek balinalar), mink balinaları ve kambur balinalar var. İskeletleri karikatüre benzer. Kafaları şişkindir. İnce, çıplak çeneleri, ileri doğru yay çizer, sanki çöp kutusu ya da pota çemberi oluşturur gibi. Bu kuvvetli çene kemikleri üstünde dişlerden eser yoktur, çünkü çubuklu balinalar atalarının kazıklarını yitirip bunların yerine, kendi adlarını veren yapıyı geçirmişler: Ağzın tavanına asılı, keratinden (tırnaklarımızın malzemesi) yapılma, perde benzeri sık levhalar, yani balenler. Balen sayesinde çubuklu balinalar, başka memelilerin yapamadığı bir işi yapar; suyu süzgeçten geçirip küçük avları yakalar. Bazı türlerin beslenme dansı, görmeye değer bir manzaradır. Çenelerini aşağı indirip ağızlarını ardına kadar açarlar, içlerine muazzam miktarda deniz suyu çekerler, suyu sıkıştırıp balen üzerinden ağızdan dışarı fışkırtmak için dillerini ve boğaz kaslarını kullanırlar, böylece tek seferde binlerce (ya da daha fazla) plankton yakalarlar. İroniktir; gelmiş geçmiş en iri hayvan, miniminnacık bir avla beslenir, ama obur bir iştahla. Gıdalarını bulmak için ekolokasyona ya da avlanmak için büyük bir beynin düğmesine basmaya ihtiyaçları yoktur. Tek yapmaları gereken, suda dolambaçlı bir güzergâhta ilerleyip ara sıra ağızlarını açmaktır.

Fosil kayıtları, çubuklu balinaların evriminde bir yol değişikliğini ifşa ediyor. Peru'da bulunmuş Eosen çağından kalma *Mystacodon* ve Antarktika'da bulunmuş *Llanocetus* gibi en eskilerinde hâlâ diş vardı. Bazıları, çubuklu balinaların koni şekilli dişlerine benziyordu, kimileri ise ortadaki tepeden dışarı uzanan incelikli küspis yelpazelerine sahipti. Balenleri yoktu, suyu süzerek beslenmiyorlardı, ancak, şimdiden o dönemin öteki balinalarına kıyasla irileşiyorlardı. Örneğin *Llanocetus* en az sekiz metreydi, dolayısıyla diğer çubuklu balinalar

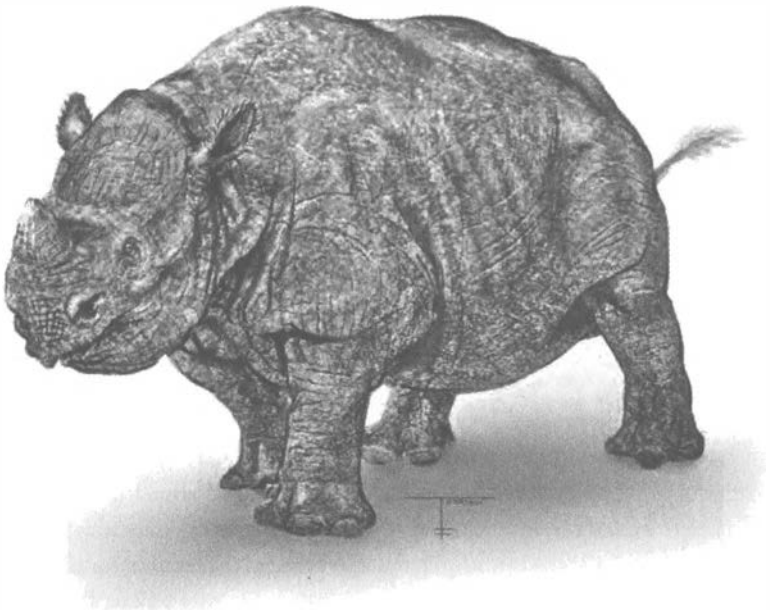
ve *Livyatan* gibi başka dişli balinalar Miyosen'de muazzam boyuta ulaşana dek en iri balinalardan biriydi. O halde balen ve süzerek beslenme, çubuklu balinalar dişli balinalardan ayrıldıktan sonra evrimleşti, dolayısıyla bu özellikler çubuklu balinaların irileşmesinin altında yatan neden değildi, en azından başlarda. Bunun yerine fosiller, dişe sahip ilk çubuklu balinaların ısırabildiğini, sonrasında dişlerini kaybettiklerini, emerek beslenmeye geçtiklerini ve nihayet çıplak çenelerine baleni ekleyerek yeni bir vasıf olan filtreli beslenmeyi devreye soktuklarını gösteriyor. Atasal balinaların yürümekten yüzmeye geçişi gibi, dişlerden balene ve ısırıktan filtreli beslenmeye dönüşüm, aşamalar halinde ilerlemiş kademeli bir süreçti.

Gerçi balene dayanan filtreli beslenme evrimleştiğinde, çubuklu balinaların giderek irileşmesi yolunda bir vasıtaya dönüştü. Daima yedikleri supyaların, balıkların ve başka balinaların miktar bakımından insafına kalan dişli balinaların aksine, çubuklu balinaların huzurunda neredeyse sınırsız plankton arzı vardır. Üstelik bunları hapur hupur yerken fazla enerji harcamaları gerekmez. Edilgen şekilde etrafta takılırken açık büfe deniz ürünlerini mideye indirebilirler, hele de mevsimi gelip bu mahsuller bollaşmışsa ya da yüzeye doğru akıntının olduğu bölgelerde, kril sürüleri, okyanusun derinlerinden yukarıya doğru çıkan besinlerle çoğalmışsa. Mavi balinalar (günümüzde yaşayan ve gelmiş geçmiş en iri balinalar) çubuklu balinadır. Bunlar, uzun soluklu bir eğilimin zirve noktasıdır. Eosen-Oligosen sınırı civarında başlamış, günümüze kadar kesilmeksizin devam etmiş bu eğilim, balinaların giderek devasalaşmasıdır. Bu, kara memelileri evriminin öyküsüne benzemiyor. Bu bölümde daha önce gördüğümüz üzere, filler ve gergedanlar Eosen-Oligosen sınırı civarında zirve boyutuna ulaşmış, bundan sonra irileşmeyi kesmişlerdi.

Peki bu, mavi balinalardan daha cüsseli canavarların bir gün evrimleşeceği anlamına mı geliyor? Bu aşırı uç memeliler, daha da aşırılaşabilir mi? Makul bir olasılık gibi duruyor... elbette, mavi balinalar ve çubuklu balina kuzenleri, iklim ve çevresel değişimlerin güncel girdabına göğüs gerebilir, yokoluştan sıyrılabilir ve geleceğin okyanuslarında yiyecek kadar plankton bulabilirlerse.

SEKİZİNCİ BÖLÜM

MEMELİLER *VE* DEĞİŞEN İKLİMLER



Teleoceras

Aşağı yukarı 12 milyon yıl önce (Miyosen), Amerikan savanası. Baharın başı. Ilık bir sabah. Kış uzun sürmüş, zorlu geçmişti. Fazla soğuk ya da karlı değil, yağışsız ve yavandı. Üç aydan uzun süre boyunca durağan seyreden hava, kısa gündüzler. En sonunda birkaç hafta önce yağış geri döndü. Savana dönüşmeye başlıyordu.

Güneş ufukta semaya yükselirken, düz ve geniş toprağın üstüne ışınlarını saçtı. En yakın okyanusa en az bin beş yüz kilometre uzakta, kıtanın iyice içlerinde bir bölgeydi. Otlar, zemini halı gibi kaplıyordu. Kışın solmuşlar, ama, ölüp gitmemişlerdi. Şimdi su birikintili çamurdan filizleniyorlardı; gökyüzüne uzanan trilyonlarca minik parmağı andırıyorlardı. Arazi öbek öbek ağaçlarla bezeliydi. Orman örtüsü oluşturamayacak kadar bölük pörçüklerdi. Yukarıdan bakınca, ot denizinde benek benek adalar gibi görünüyorlardı. Ağaçlar uykudan uyanıyordu. Dallarının ucunu taze yapraklar, mis kokulu çiçekler bürüyordu.

Geçen akşam yağan yağmur, iç içe geçmiş su akıntılarıyla ilerliyor, damla damla bir göle dökülüyordu. Göl, bir su birikintisiydi. Amerikan Savanası hayvanları bu mevkide toplanıyordu. Ağaçlar arasında gizlenmiş tehlikeden korundukları bu mevkide, su içmek, yıkanmak, sosyalleşmek, takımlar oluşturmak için bir araya geliyorlardı. Tehlike, ayı ebadında bir köpekti. Gerçek bir cehennem tazısıydı. Çenesi kocamandı. Isırığıyla kemikleri parçalayabilirdi.

O sabah su kenarında oyalanan hayvanlar, alacalı bulacalı bir tayfa meydana getiriyordu. Üç parmaklı çelimsiz ayakları üstünde zıplayan minyatür hayvanlardan tutun sürat koşucularına yaraşır bacaklarında sadece tek toynak olan aygırlara varana kadar birkaç at tipi vardı. Küçük atlar, göl kenarında baş veren yapraklı çalılara yumulurken, iri atlar göl kıyısında hızla koşup çamuru kaldırıyor, ara sıra durup ağız dolusu ot koparıyorlardı.

Yanlarına geyikler, develer de katılmıştı. Develerin bazıları beylik türlerdi: Uzun bacaklar, aptalca bir sırıtış, sırtlarında ufak kamburlar. Gerçi bir tanesi pek de deveye benzemiyordu. Zürafa silüetine sahipti. Bedenin çok yukarısına uzanan erişte misali boynu, zeminden yaklaşık üç metre yukarıdaydı. En yüksek dallardaki lezzetli yaprakları koparmaya uygundu. Normalde bu zürafa-develer, bütün sabah boyunca ağaç adalarında yaprak çiğnerdi. Fakat, bu sabah değil. Sağanak yağışın ardından gelen her şafak vaktindeki gibi, cehennem tazısının saldırı riski fazlasıyla yüksekti, dolayısıyla zürafa-develer kahvaltıyı es geçti, kalabalığın sağladığı güvenliğe sığınarak su birikintisine doğru seğirttiler.

Gergedanları unutmayalım; sürüsüne bereket gergedan. En az üç yüz tane olsa gerekti. Belki daha fazla. Birkaç sürüye ayrılmışlardı. Uzun boyunlu develer gibi, bunların hem bilindik hem alışılmadık özellikleri vardı. Hiç şüphesiz gergedanlardı. Koni şekilli boynuzları, burunları üstünde çıkıntı yapıyordu.

Fakat, ambar misali karınları, tombul bacakları, şişkin kafaları, varla yok arası boyunları, onlara hipopotam havası katıyordu. Bazı gergedanlar sığlıkta su sıçratıyor, güneşin her dakika gökte daha da yükseldiği sabah vaktinde soğuk suyun keyfini çıkarıyordu. Fakat, kimileri kendini eğlenceye kaptırmaya uygun ruh halinde değildi. Koca karınları gümbürdüyordu, dolayısıyla bir şeyler yemekle meşgullerdi. Zindeliklerini korumak için her gün onlarca kilo ot yemeleri şarttı. Ziyafet çekmeye ne kadar erken başlarlarsa, o kadar yeğdi.

Güzel bir sabah olsa da, havada gerginlik kol geziyordu. Sırf cehennem tazılarının yarattığı korkudan değil, başka bir şey daha vardı; gergedan sürülerinin arasında ve içinde ilginç bir şey demleniyordu. Gergedanların dışında kimsenin pek algılayamadığı rekabet öbekleri mevcuttu. Her sürünün net bir lideri vardı: Bir erkek, ama, alelade bir erkek değil, en iri kesicidişlere sahip iri kıyım bir erkek. Etrafını dişilerle sarmıştı, dolayısıyla her sürü gerçekte birer haremdi. Neredeyse tüm dişiler gebeydi. Doğum tarihleri hızla yaklaşıyordu. Bu esnada, pek çoğu hâlâ geçen senenin yavrularına bakıyordu. Bu yavrular oyuncu ergenlere dönüşmüştü. Annelerinin onlara şefkat göstermesine, kendilerini beslemesine hâlâ muhtaçlardı.

Bu aile yapısı, daha ufak tefek yetişkinlere çok az seçenek bırakıyordu. Bu ufak erkeklerden sürüyle vardı. Bazıları bekâr sürülerinde kendine yoldaş arıyordu; testosteronun hükmettiği çetelerin yakıtı, uyum gösterememenin yarattığı kızgınlıktı. Bu bekârlardan biri sıklıkla, haremin hakimiyetini ele geçirmek için baskın erkekle yüzleşme cesaretini topluyordu, ama, kafa tutan nadiren muzaffer çıkıyordu. Yalnız başına takılanların hali daha vahimdi. Sürülerin çeperinde zombi gibi dolaşan talihsiz erkekler. Bu aykırılardan biri dişilere ne zaman haddinden fazla yaklaşsa, baskın erkek, haremini korumak için elinden geleni ardına koymazdı. Çoğunlukla dişler ve boynuzlar konuşur, dövüş çok uzun sürmezdi.

Gergedan yavruları suda sıçrayıp oynaşıyordu, atlar ot yoluyordu, zürafa-develer ağaçlara yanaşmak güvenli mi diye tartıyordu ki erkeklerden biri, haremine yaklaşan bir münzeviyi gördü. O an savanada büyük bir gürültü koptu.

Su birikintisine yakın tüm hayvanlar dondu kaldı

Şimdiye dek işittikleri en yüksek sesti. Daha şiddetlisini bir daha duymayacaklardı, çünkü adeta kıyamet borusu çalmıştı.

Gergedanlar, atlar, develer başlarını gökyüzüne çevirdi, mavi manzarayı bozan bulutu gördüler. Savana hayvanları bilemezdi, ama, yaklaşık bin altı yüz kilometre kuzeydoğuda dumana benzeyen bir bulut olarak doğmuştu. Gökyüzünde giderek yükseldi, ardından atmosferin yüksek irtifalarına ulaşınca mantar şekline kavuştu. Nerede olursa olsun, bu bulut çok uzaktaydı; belki bu

noktadan yüzlerce kilometre ötedeydi. Hayvanların nasıl tepki verdiğine bakınca, endişelenecek pek bir şey yoktu. Erkek gergedan, müstakbel rakibine kaş çatmaya döndü, yavrular tekrar su sıçratmaya başladı, atlar otlanmaya devam etti, zürafa-develerin de canına tak etti, hiçbir cehennem tazısının kendilerini yapraklardan alıkoyamayacağına karar verdiler.

Gerçi bulut hareketini kesmemişti. Batı rüzgârlarıyla sürüklenen pus, ufukta adım adım, adeta ağır çekimde ilerledi, savanaya giderek yaklaştı, gitgide irileşti.

Güneş doğudan yükseliyor, bulut batıdan yaklaşıyordu. Bu iki rakip kuvvet, savananın yukarısında çarpıştı. Bulut, güneş ile toprak arasından geçerken, gündüz geceye döndü. Her şey karanlığa gömüldü.

Sakin bir karanlık değil, şiddetli bir karanlıktı. Savananın hayvanlarına tuhaf, güçlü bir kar fırtınası gibi geldi. Gökyüzünden birtakım maddeler düşüyordu; dumanlı bulutu oluşturan madde, yukarıdan geçmekle kalmıyor, yere de çarpıyordu. Çoğunluğu toz zerresi büyüklüğünde, bazıları kum tanesi kadar bu minik parçacıklar, karanlıkta delikler açıyordu. Ovada bir kar fırtınası uğulduyordu, ama, bu madde kar mar değildi. Soğuk değil, ılıktı. Beyaz değil, alazlı gri renkteydi. Islak değil, aşındırıcıydı; minik cam mermiler, yere düşerken savana memelilerinin postlarını tırmalıyor, daha önce olmadığı kadar kaşınmalarına yol açıyordu. Üstelik leş kokuluydu. Kükürt ve ateş kokuyordu. Havayı zehirledi.

Kuşlar gökyüzünden düşmeye başladı. Bunların gevşek leşleri zemine sağanak gibi yağdı. Bazen gergedan sırtlarına çarparak sekiyorlardı. Gergedanlar neler olup bittiğini göremiyordu. Gözleri karanlığı delemiyordu. Üstelik gözleri sulanmaya başlamıştı; buluttan gelen çakıllı madde, rastladığı her şeyi tıkıyordu: gözler, kulaklar, burunlar, ağızlar. Kulakları pislikle dolarken, gergedanlar savananın seslerini hâlâ işitebiliyordu. Tüyler ürperticiydi. Uğuldayan rüzgâr, sürülerin öksürüklerinin kakofonisi, ateşli silah patırtısıyla otlağa çarpan ölü kuşlar. Kuş leşlerinden oluşan bir dolu fırtınası.

Bulut rüzgârla hareket ediyordu. Nihayetinde rüzgâr, savana üzerinden geçip gitti. Zifiri karanlık fırtına birkaç saat sürdü, ama, hayvanlara sonsuzluk gibi gelmişti. Güneş nihayet dumanlı sis arasından kendini gösterir, bulut doğuya doğru yoluna devam ederken, gergedanlar, atlar ve develer tekrar kendine geldi. Yapışkan maddeyle katılaşmış kan çanağı gözleriyle etraflarında gördükleri şey, başka bir dünyaya aitti.

Savanaları yaklaşık on beş santim kalınlığında gri bir battaniyeyle kaplıydı. Bu gri madde, küldü.

Her şeyi sarmıştı. Zeminde tek ot zerresi görünmüyordu, ağaçların üzerinde temiz çiçek, yaprak kalmamıştı. Su birikintisi hâlâ oradaydı, ama yüzeyinde kül anaforları görülüyordu. Su yavaş yavaş balçığa dönüyordu.

Sersemlik yerini telaşa bıraktı. Gergedanlar bir araya toplanıp devasa bir güruh oluşturdu. Haremler yan yana geldi. Bekâr çeteleri ve münzeviler, üreyen dişilerin ve baskın erkeklerin yanı başında yerini aldı. Bedenler bir tonluk tilt topları gibi çarpışıp çınladı. Güruh, küllü düzlüğü ayaklarıyla çiğnedi. Kuş leşlerini ezip yassılaştırdılar. Ardından enerjileri tükenince, kendilerini her zaman güvende hissettikleri yere, su birikintisine yönelerek inilti sesleri çıkardılar. Ancak, burası artık güvenli değildi, hatta su birikintisi bile değildi. Silis bataklığı kuyusuydu.

Müteakip birkaç gün zorlu geçti. İçecek su yoktu. Gergedanlar, develer ve atlar, susuzluktan kavruldu. Eski su birikintisinin yapış yapış çamurundan boş yere su emmeye çalışırlarken dudakları çatladı. Bazıları birikintiye haddinden fazla girdi, suyun dibine çekilip külden bataklığa gömüldüler. Buradan kaçacak enerjileri kalmamıştı.

Her hayvan açlıktan inliyordu. Tek yapabildikleri, otları külden temizlemek için ön ve arka ayaklarını ve dillerini kullanmaktı. Fakat, pek yararı dokunmadı: Otların büyük kısmı çoktan solmuştu. Böcek ilacı gibi iş gören kül, bu bitkileri boğup zehirlemişti. Daha da kötüsü, hayvanlar zeminde bir alanı temizlemeyi ne zaman denese, havaya kül saçıyorlardı; soluklarıyla bu külü içlerine alıyorlardı.

Her solukla birlikte, içlerine daha fazla kül girdi. Bu parçacıklar, akciğerlerinin derinlerine oturacak kadar küçüktü, böylece her solukla hayvanların akciğerleri daha çok doluyordu, tıpkı kum çuvalına eklenen kum gibi. En başta göğüs kafeslerinde bir ağırlık hissettiler, ama, müteakip birkaç günde, iç kısımları her nefeste öyle taşlaştı ki havayı içlerine güç bela çekebilir oldular. Kanlarına çok az oksijen gittiği için akılları bulandı, ön ve arka ayakları şişmeye başladı.

Şişip kızarmış ayakları üstünde sersemlemiş halde tökezleyen gergedanlar, atlar, develer tek tek kaçınılmaza boyun eğdi. Acıkmışlardı, yorgun düşmüşlerdi, susamışlardı, soluk alamıyorlardı. Ardı ardına külün içine devrildiler. Su birikintisi etrafında ve bütün ovada leşler birikti, tıpkı korkunç bir savaşın çarpışma meydanındaki kurbanlar gibi.

Uzakta, ağaç adalarından birinde, küllerin içinden yalnız bir hayvan belirdi. Kıyımın arasından geçerken ön ve arka ayaklarının izlerini bıraktı. Cehennem tazısı. Sadece günler önce, savanadaki her gergedanın, atın, devenin en büyük kâbusuydu. Şimdi o hayvanlar ölmüştü, cehennem tazısı da ölümün kıyısında-

dı. Yorgunluktan tükenmişti, açtı. Tam vazgeçmek üzereydi ki göl kenarında çürüyen etleri gördü. Bir gergedana yanaştı. Yan tarafından birkaç isteksiz ısırık aldı. Eti çiğnerken külü dışarı tükürdü. Son bir öğün. Ardından avının yanına kıvrıldı.

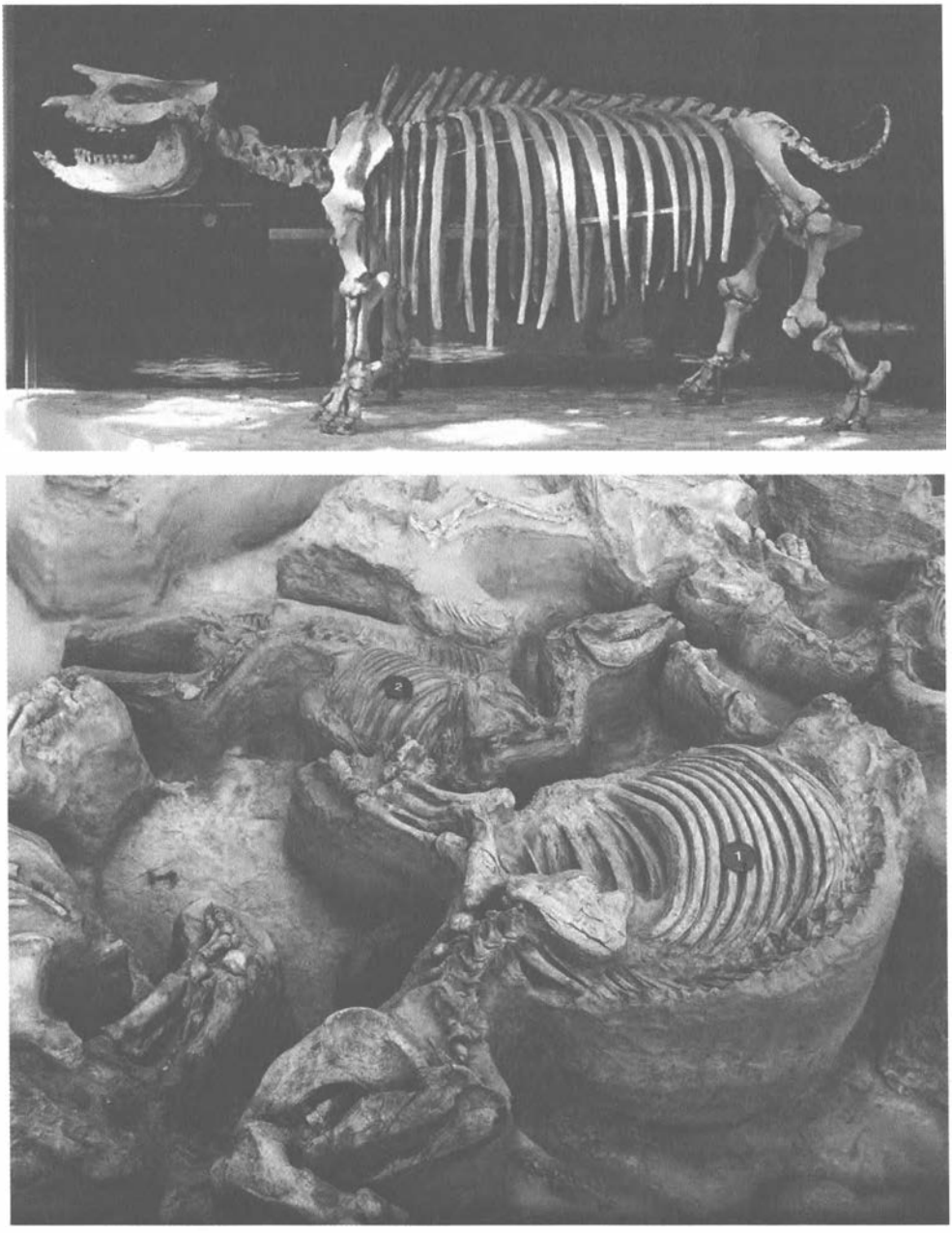
Rüzgâr yeniden esmeye başladı. Boş arazide tekinsiz bir yankı yayıldı. Kül, tıpkı kar gibi sürüklendi, su birikintisi üzerine savruldu. Su birikintisini de tüm hayvanları da kapladı.

***

Yaklaşık 12 milyon yıl önce, Miyosen'in orta kısmı sırasında, günümüz Idaho topraklarında bir yanardağ püskürdü. Bugün Yellowstone'un altında yatan, Old Faithful'a ve öteki ünlü gayzerlere enerji veren ısı ve magma sistemi, bu yanardağı da besliyordu. Kül, Kuzey Amerika'nın büyük kısmına savruldu. Güçlü rüzgârlarla doğuya taşındı. Yaklaşık bin altı yüz kilometre ötede, günümüz Nebraska topraklarında, on beş santim kalınlığında, kükürt kokulu, pis, camsı madde, zemini kar gibi örttü. Orada yaşayan hayvanların birçoğu derhal öldü, özellikle de kuşlar. Bunlar havadayken hazırlıksız yakalandı. Daha uçarken kül yüzünden boğuldular. Pek çok memeli gibi zeminde yaşayan hayvanlar günlerce, hatta haftalarca açlığa, susuzluğa, hastalığa, bitkinliğe katlandı, sonra da can verdiler. Derken, son saldırı sonucunda, akciğerlerini tıkayan, sularını kirleten, gıdalarını zehirleyen külün altına gömüldüler.

Bu distopya öyküsü gerçektir. Yanardağ katliamı taşlara kazınmış. Kuşlar, gergedanlar, develer ve atlar, tarihöncesi bir Pompei'deymişçesine ölürken kristalleşip böylece bozulmadan kalmışlar. Dünyanın en nefes kesici (ve umulmadık) müzelerinden birinde iskeletleri kendi gözünüzle görebilirsiniz. Dışarıdan bakınca, "Gergedan Ağılı" (yaklaşık 6.600 nüfuslu kırsal Antelope İlçesi'ndeki Ashfall State Tarih Parkı'ndadır), Amerika'nın orta kısmındaki parasız yollara benek benek yuvalanmış kamyon taşımacılığı dağıtım ambarlarına benziyor. Alçak yapılı şekli, kuzeydoğu Nebraska'nın engebeli, toprak tonlu tarlalarıyla kaynaşmış gibi görünür. Asla tahmin edemezsiniz, ama, içeride yüzden fazla fosil iskeleti orijinal yerinde duruyor... üstelik sayıları artıyor.

Buradaki ilk kemikleri 1971'de paleontolog Mike Voorhies keşfetti. Bir mısır tarlasının kenarındaki dere yolunda eşi Jane'le birlikte arama yapıyorlardı. Voorhies, dişlerin şaşmaz parıltısını gördü. Gri renkli yumuşak yanardağ külünden baş vermişlerdi. Dişler çeneye ilişikti, çene kafatasıyla bağlantılıydı, kafatası da iskelete tutunmuştu. Daha sonra bir buldozer, üstteki topraktan yaklaşık altı yüz metrekareyi sıyırınca düzinelerce iskelet açığa çıktı; çoğunlukla gergedan, ama, gergedan toynak izlerinin yanına atlar, develer, geyikler ve sayısız kuş da saçılmıştı. Paleontologlar onlarca yıl boyunca kazmaya devam ettikçe,



Gergedan ***Teleoceras***'ın iskeleti (üstte). Ashfall Fosil Yatakları'ndaki küllerde muhafaza edilmiş ***Teleoceras*** ve at ***Cormohipparion*** (altta). (fotoğraflar, sırasıyla, Ray Bouknight ve Ammodramus'a aittir)

düzineler yüzlere ulaştı. Bu çalışma günümüzde Gergedan Ağılı'nın düz çatısı altında sürüyor. Ziyaretçiler, bilim insanlarının ve gönüllülerin, on iki milyon yıllık kemiklerden kül temizlemelerini canlı izleyebilir.

Fosiller titizlik gerektirmeleriyle meşhurdur. Çoğunlukla anca birkaç kemik buluruz; tabii şanslıysak. Daha da yaygını, New Mexico'daki saha ekibimizin çok iyi bildiği üzere, fosil memeli bulmak genelde fosil diş bulmak anlamına gelir. Zaman zaman birkaç diş, çene kemiğine yerleşmiş olur, ama, çoğunlukla tek tek dişlere rastlanır; kırık, yıpranmış, parçalanmış. Genelde bu dişler ve kemikler, hayvanların zamanında ait olup öldüğü yerde konumlanmış değildir. Irmakla sürüklenmiş, rüzgârla taşınmış, leşçiller sayesinde etrafa saçılmışlardır, sonra da çamur ya da kum altında kalıp sertleşerek fosile dönüşmüşlerdir. Paleontologları dedektif sayarsak, hemen her seferinde zamanın ve koşulların bozmuş olduğu suç mahallerinde çalışıyoruz desek yeridir.

Ashfall Fosil Yatağı'nda durum farklı. Bütün yıkım gücüyle Yellowstone'un süper yanardağı, Miyosen çağı topluluğunu anlık bir fotoğraf karesinde dondurmuş gibi. Hiç şüphesiz trajik bir tasvir. Kül yığınının dibindeki kuşlar belli ki yıkımın ilk kurbanları olmuşlar. Memeli iskeletleri üste dizilmiş; bu da gergedanların, atların, develerin en az birkaç gün dayandığını, acı çeke çeke öldüklerini gösteriyor. Gergedan yavruları son bir umutsuz kucaklaşmayla annelerine yanaşmış. Yedikleri son bitki lapaları, göğüs kafeslerinde kalmış. Bazı gergedan iskeletlerinde, şişmiş haldeki uzuvlar (ön ve arka ayaklarla ayak bilekleri), nefessiz kalıp boğulduklarının emaresi. Başka iskeletler yer yer akciğer yetmezliğinin sebep olduğu kemik hastalığını açığa vuran işaretlerle ve leşçillerin kemirme izleriyle bezeli. İzlerin sorumlusu kuvvetle muhtemel cehennem tazıları; bilimsel adıyla *Epicyon*. Bir buçuk metre uzunluğunda, doksan kilogram ağırlığında, kemik kıran bir vahşi. Alfred Hitchock'un sıradışı zihni bile bu kadar barbarca bir sahne yaratmakta zorlanırdı.

Öte yandan bu fotoğraf, paleontologlar için son derece değerli. Çünkü Miyosen memelilerinin yaşamları ve davranışları hakkında, özellikle de *Teleoceras* denen türe ait gergedanlarla ilgili bize çok şey anlatıyor. En barizi, gergedanların yan yana ölmüş olmalarından hareketle, toplumsal gruplar halinde yaşamış olduklarını gösteriyor. İstatistik merceğinden bakıldığında, bunların iskeletleri, tarihöncesi popülasyonun nüfus yapısını ifşa ediyor. Bazı gergedanların hâlâ süt dişi var. Bunlar ebatları bakımından net olarak üç kümeye ayrılıyor: bir yaşındakiler, iki yaşındakiler, üç yaşındakiler. Öyle görünüyor ki senede bir kez ürüyorlarmış. Kalıcı diş takımlarına sahip geri kalan gergedanlar iki kliğe ayrılıyor: ağızlarının ön kısmında küçük kesicidişleri olanlar ve kocaman uzun dişleri olanlar. Küçük dişli bireylerin içinde ceninler bulundu. Demek ki o bireyler dişiymiş. Bunun olası neticesi, koca dişlilerin erkek olması yönünde.

Bu da inanılmaz bir ifşaya yol açıyor: Gergedan mezarlığında, yetişkin erkek başına yaklaşık beş yetişkin dişi var. Bu dengesiz cinsiyet oranı, ki insan popülasyonları özelinde anlamsızdır, harem kuran günümüz memelilerinin özelliğidir. Bu topluluklarda tek alfa erkek, bir grup dişiyle çiftleşir.

Bu on iki milyon yıllık gergedanlar, harem yapıları penceresinden bakıldığında neredeyse modern görünüyor. Aslında, görünüşlerinin ve biyolojilerinin pek çok veçhesi bakımından da Ashfall memelileri, gözümüze çok tanıdık gelir. Doğru, gergedanlar biraz hipopotama benziyor, bazı develerin de zürafa gibi uzun boynu var, ama bu hayvanların ne olduğuna hiç şüphe yok. Bunlar gergedan. Deve. At. Son iki bölümde gördüğümüz üzere, günümüzün başlıca memeli grupları (primatlar, tektoynaklı ve çifttoynaklı türler, kedi ve köpek gibi carnivoralar, filler, yarasalar ve balinalar), yaklaşık 56 milyon yıl önce, Eosen sırasında çoğalmaya başladı. Bununla birlikte, modern grupların ilk üyeleri, günümüzde yaşayan torunlarına pek benzemez. Yürüyen Balinalar'a, yavru köpek ebadındaki kök-fillere, Messel Gölü'ne batmış o minik atlara bakarsanız, bu durum gözünüze çarpar. Fakat Ashfall farklı bir hikâye anlatıyor. Yanardağ kurbanları, herhangi bir yuva çocuğunun tanıyabileceği memelilerdir. Bugün hayvanat bahçelerinde gördüğümüz hayvan cinsleri gibi. Demek Miyosen'e gelindiğinde, günümüzün grupları o zamandan tamamıyla modernleşmişti.

Fakat, Ashfall memelileri sanki yanlış yerde. Gergedanları Afrika'da, develeri Orta Doğu'da görmeyi bekleriz, ABD'nin ortasında yüzümüze tokat gibi çarpacakları aklımıza gelmez. Bugün Nebraska'nın tarım topraklarında gezerken gergedan gördüğünüzü sanarsanız, bir sığır çeşidinin aşırı iri erkeğini muhtemelen gergedanla karıştırmışsınız demektir. Belki de halüsinasyon görüyorsunuzdur. Develer için de aynısı geçerli: Nebraska'ya yollarının düşmesinin yegâne yolu, hayvanat bahçesinden kaçmaları ve dönüş yolunu bulmaya zekâlarının yetmemesidir.

Peki, o zaman neden Miyosen sırasında Nebraska'da gergedanlar ve develer mevcuttu? Ashfall'ın başka fosilleri bize yanıtı gösteriyor. Bu fosiller, memeli iskeletleri gibi müzelerin en önemli parçaları değil, çok daha mütevazı numuneler: gergedanların dişlerine, ağızlarına ve boğazlarına, göğüs kafeslerine yerleşmiş mikroskobik ot tohumları. Bu tohumlar büyüdüğünde, bugün Orta Amerika topraklarının çayır rüzgârlarında hışırdayan otlarına dönüşmüyordu. Tam tersi, tropikal altı bir türe aitler; şu an Orta Amerika'da çiçek açan otlara benziyorlar. Dahası, Ashfall'daki başka bitki fosilleri, ufak ceviz ve menengiç ağaçlıklarının varlığına dair ipuçları sunuyor. Dolayısıyla Miyosen sırasında Nebraska, savanaydı; otla bezeli, yer yer ağaç öbeklerinin olduğu, cılız yağmurların suladığı bir toprak. Aslanların, fillerin, antilopların koşturduğu bugünün Afrika savanalarına epey benziyordu.

Kulağa gülünç gelse de, Miyosen'de yaşasaydınız, Nebraska'da safariye çıkabilirdiniz.

Amerikan savanaları bugünün çevrelerinden farklı olmakla kalmıyordu, Paleosen'de ve Eosen'de daha önce var olmuş çevrelerden de farklıydı. 66 milyon yıl önce göktaşı dinozorları telef ettikten sonra, Paleosen dünyasının bir sera olduğunu, Kuzey Amerika'nın büyük kısmını tropikal ormanların kapladığını, kutuplarda buz olmadığını anımsayın. 56 milyon yıl önce Paleosen-Eosen sınırında, bir küresel ısınma nöbetinde seranın ısısı daha da arttı. Eosen'in geri kalanında hava sıcaklıkları bir parça düştü, ama, hâlâ sera ortamıydı. Tropikal ormanlar varlığını sürdürdü, kutuplar hâlâ buzdan yoksundu. Derken, 34 milyon yıl önce, Eosen'den Oligosen'e geçilirken, dünya dönüştü. Sıcak seradan soğuk seraya, nihayetinde buzhaneye geçiş yaşandı.

Değişiklik aniydi, tıpkı musluktan akan sıcak suyun aniden kesilip soğuk suyun akmaya başlaması gibi. Küresel sıcaklıkların azalması toplamda yaklaşık üç yüz bin yıl sürdü (taş çatlasa). Yüksek enlemler ortalama 5 santigrat derece soğudu, ama, iç kesimlerde, kıta içlerinde, mesela Amerikan Savanası'na dönüşücek topraklarda bunun etkisi daha açıktı. Buralarda sıcaklıklar 8 santigrat derece düştü. Toprak ve deniz soğurken, iklimler daha mevsimsel, daha değişken ve çok ama çok daha öngörülemez oldu. Göktaşı çarpmasından beri en ciddi, en kalıcı sıcaklık değişikliğiydi. Günümüzün küresel ısınması, zıt doğrultuda bu soğumayı gölgede bırakabilir. Bunu göreceğiz.

Bu çalkantının suçlusu, birtakım tesadüflerin yol açtığı çok basit etkilerdi. Birincisi, atmosferde karbondioksit kademe kademe azalıyordu, yani dünyayı yalıtıp sıcak tutan sera gazı miktarı düşüyordu. İkincisi, yazlar olağandan daha serin geçmeye başlamıştı. Bunun sebebi muhtemelen, dünyanın güneş yörüngesindeki dalgalanmalardı. Üçüncüsü, belki de en önemlisi, kıtalar hâlâ hareket ediyordu. Pangea'nın son kalıntısı Gondvana, sıkıntılı boşanmasını nihayet tamamlıyordu.

Paleosen ve erken Eosen serası sırasında, Antarktika henüz hem Avustralya'ya hem Güney Amerika'ya bağlıydı, gerçi bu bağlantı giderek cılızlaşıyordu. Milyonlarca yıl süren depremlerin ardından, geç Eosen'de Antarktika iki uçtan da serbest kaldı. Su tüm boşlukları doldurdu, Güney Kutbu'nun çevresini dolaşan yeni bir soğuk su akıntısı yarattı, ılık suların güney okyanusuna ulaşmasını engelledi. Kutbu saran akıntı, klima gibi davrandı, Antarktika'yı soğuk dondurucuya kaldırdı, kutup topraklarını hızla donduran buzulları besledi. Yüz milyonlarca yıldır, yani uzak memeli ataların Karbonifer-Permiyen çağından beri ilk kez, geniş buz levhaları kıta boyunca ilerledi. Buz henüz kuzeyde kabuk bağlamamıştı, çünkü kutuba yanaşmış Antarktika gibi tek bir kara kütlesi

olmadığı için, orada buzulların oluşması güçtü. Fakat, o buz nihayet çok daha sonra gelecek, yanında mamutları ve kılıçdişli kaplanları da getirecekti; bunu gelecek bölümde hikâye edeceğiz.

Antarktika buzulları, Eosen-Oligosen soğumasının en göze çarpan neticesiydi, ama sıcaklıklardaki düşüşün etkileri dünya çapında hissediliyordu. Yeni buz sahalarının on binlerce kilometre ötesinde, Kuzey Amerika adaları da fiziken zedelendi. Soğumakla kalmamış, kurumuşlardı da. Daha kısa ömürlü ve odunsu dokusu daha az bitkiler, yavaş büyüyen ağaçların zararına çoğaldı. Tropikal ormanlar büzüldü. Bunların yerini önce seyrek korular, ardından savanalar, en sonunda da açık otlaklar aldı. Bu, haddinden uzun bir süreçti. Oligosen boyunca cereyan etti (34 ila 23 milyon yıl öncesi), Ashfall memelilerinin zamanı olan Miyosen'de devam edip (23 ila 5 milyon yıl öncesi) ötesine taştı. Sıcaklıkta, iklimde, bitki örtüsünde böyle toptan bir değişim meydana gelirken, memelilerin yegâne seçeneği, uyum sağlamaktı.

***

Babam çim biçmekten nefret eder. Annemle babam birkaç sene önce, çocukluğumun geçtiği evden çıktıklarında, sayısı artan torunlarına yakın olmak için taşındıklarını iddia ettiler. Ben ise kendisi de bahçesi de daha ufak bir eve geçmenin asıl sebep olduğunu sanıyorum. Kendim ev sahibi olduktan sonra bu hissi daha iyi anladım. Otlar durmadan büyüyor. Kış mevsimi kısa bir soluklanma fırsatı sağlıyor, ama bahar geldiğinde yeşil ot yaprakları, füze amansızlığıyla çimleniyor. Bir hafta çimleri biçmeseniz, eviniz korku filmlerindeki metruk dekora döner. Fakat, asla yetmiyor. Bıyıklarını kesen ergen gibi, otu ne kadar çok budarsanız, o kadar fazla büyüyor; kalınlaşıyor, ağırlaşıyor, gürleşiyor.

Aslında otlardan yakınmamalıyım, çünkü otsuz dünya, uzaylı dünyasına dönerdi; insanlar için çetin bir yer olurdu. Otlar, çimenlik alanlarımızın, parklarımızın, golf sahalarımızın süslü halıları olmanın ötesindedir. Bugün on bir bini aşkın ot türü yaşıyor, dünyanın kara yüzölçümünün yaklaşık yüzde 40'ını kaplıyorlar: savanalar, çayırlar, otlaklar biçiminde, ama, özellikle insanların ektiği alanlarda. Çimenlikler, evet, ama daha önemlisi ekim alanları. Temel gıdalarımızın pek çoğu ottur. Birkaçını saymak gerekirse, buğday, mısır, pirinç. Tarım topraklarında büyümüş benim gibi insanların yazları tarlalarda saklambaç oynayarak geçerdi, güzün beliren mısır labirentleri de bu ekinlerin (ve tüm otların) aslında ne olduğunu gösterirdi: özel bir çiçekli bitki. Düz, cılız, içi boş sapları üzerinde yeterince yükselmesine izin verilirse, çiçek açar, meyve verir; yemeye uygundur. Buğday tanesi esasında meyvedir, gerçi son derece kendine özgüdür. Mısır tanesi de öyle.

Otlar dünyada her yere öyle yayılmıştır ki ezelden beri var olduğunu düşünebilirsiniz. Hiç de bile. Dünya tarihinin ilk 4,43 milyar yılı ottan mahrumdu, ama ot evrimleştiğinde, her şeyi değiştirdi. George Gaylord Simpson (1940'larda ünlü memeli aile ağacını kurmuş olan kişi), bunu fark etti. Otlağın ortaya çıkışının, orada yaşayan memelilerde, özellikle de atlarda muazzam değişiklikleri tetiklediğini ileri sürdü. Buna "Büyük Dönüşüm" dedi. Kendi zamanının önde gelen paleontoloğu olmasının yanı sıra, Simpson, üretken bir bilim yazarıydı. Ot yiyen atların öyküsü üstüne koca bir kitap kaleme aldı. Fakat, ot devriminin nasıl cereyan ettiğini ancak son yirmi yılda anladık.

Otların yeni tarihçesini yazan Caroline Strömberg oldu. Caroline, İsveç'in Lund kentinde büyüdü. Çocukken Gotland'ın kayalıklı kıyılarında trilobit toplardı. Burası, İsveç anakarasının doğusunda, Baltık Denizi'nde virgül şekilli bir adadır. Aynı anda jeoloji ve resim okudu. Bir bilim çizerinin çıraklığını yaparken, 420 milyon yıldan yaşlı minik fosil dişler üzerine yüksek lisans tezini tamamladı. Doktora bursu sayesinde California'ya geldi. Burada şans eseri atların evrimini konu alan bir seminere katıldı. Aklına şu soru geldi: Simpson'ın klasik Büyük Dönüşüm hikâyesi doğru mu, yoksa abartılı bir masal mı? Bunu bulmanın tek yolu vardı: *Hem* ot *hem* memeli fosillerinin zamana yayılmış ayrıntılı kayıtlarını derlemeli, böylece birlikte nasıl değiştiklerini anlamalıydı. Bu çalışma, onun doktora tezi olacaktı. Bu tez sayesinde 2004'te Omurgalı Paleontoloji Derneği'nin en iyi öğrenci sunumuna verdiği itibarlı Romer Ödülü'nü kazandı. Saf bir lisans öğrencisi olarak katıldığım ilk paleontoloji toplantısıydı. O zamandan beri Caroline'ın çalışmalarını hep takdir etmişimdir.

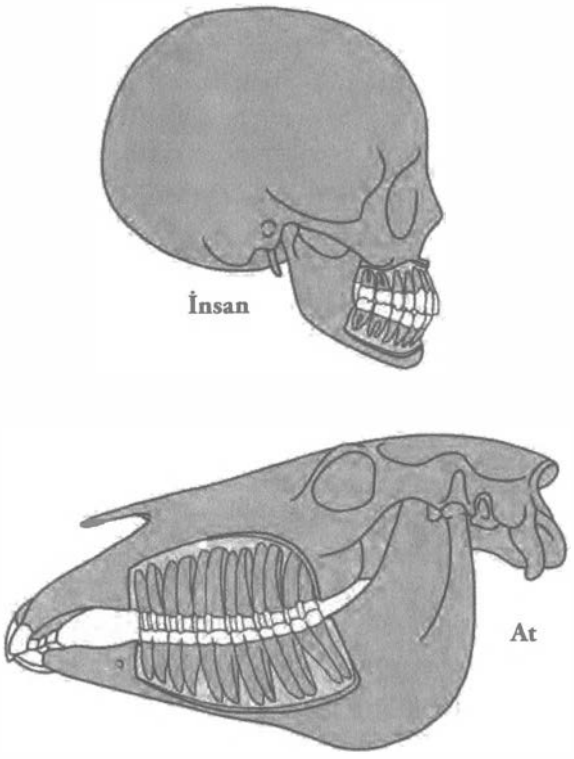
Dünya tarihinin büyük tertibinde otlar yeni bir fenomendir. *Brontosaurus*, hiç ot yaprağı yememiş, hatta görmemişti. *Triceratops* görmüş olabilir, ama, öyle olsa bile, gözlerine kısa süreliğine takılmıştır. Otlar ancak Kretase sonunda boy gösterdi; dinozor imparatorluğunun zayıfladığı, memelilerin hâlâ gölgelere sığındığı dönemde. Kanıtlar kıt ve bir parça tiksinçtir: Hindistan'ın uzun boyunlu dinozorlarının sertleşmiş dışkısına gömülü, pitolit denen mikroskobik silis öbekleri halindedir. Bunları tanımlayan, Caroline'dı. Ödül kazandığı 2004 tarihli toplantıda Hintli meslektaşları ona fotoğraflar gösterdi. Günümüz pitolitleriyle neredeyse özdeş olan Kretase öbeklerini derhal tanıdı; hayvanların aşırı otlanmasından korunmak ve yapısal destek sağlamak için bu pitolitler otlarda birikir. Yerinden zıpladı; devrim niteliğinde bir keşif olduğunu biliyordu. Yaklaşık bir yıl sonra, bu mütevazı fosillerin tanımlanmasında Hintli meslektaşlarına katıldı. Öncülerden beklenebileceği üzere, bu ilk otlar ufaktı, kıyıda köşedeydi, yavandı. Yaban otu öbekleriyle sınırlılardı, otlak kurmaya hiç yakın değillerdi. Dinozorları otlak arazide tasvir eden bir resim görürseniz, bu betimleme hatalıdır.

Göktaşının ardından, her şey çoğunlukla aynı kalmıştı. Erken dönem otlar, orman ağaçlarının ve sarmaşıkların isyankâr düğümüyle yer kapma yarışına girmişti. Bu bitkiler, Paleosen'in ve Eosen'in alev alev sıcaklıklarından güç buluyordu. Otlar çeşitlenip çevrelerine uyum sağladı, hatta bambular gibi kimi otlar, ormanların son derece dar ceplerinde yaşama konusunda uzmanlaştı. Bununla birlikte, otların yayılabileceği açık alan çok azdı. Elverişli olan alanları da eğreltiotları ve makiler basıyordu. Dolayısıyla "arkaik" plasentalıların, New Mexico'daki Paleosen memelilerinin ilk kez egemenlik kuracakları ekosistemler inşa ettikleri dönemde otlak yoktu. Primat üçlüsünün, tek sayıda ayak parmaklı tektoynaklıların, hatta çift sayıda ayak parmaklı çifttoynaklıların PEIA küresel ısınmasına ayak uydurarak kuzey kıtalarına yayıldığı dönemde; ya da Güney Amerika'nın ve Afrika'nın tuhaf memelilerinin tecrit içinde kendi evrimine başladığı dönemde de ot yoktu.

Derken sera, Eosen'den yavaş yavaş Oligosen'e geçilirken soğuk seraya dönüştü. İklim yumuşadı, çökelme nadir hale geldi, suya aç ormanlar ufaldı, araziler kademe kademe açıldı. Otlar bu durumdan faydalandı. Hızlı büyüme ve çetin koşullara dayanma yetenekleri sayesinde, peyderpey ormanların yerini aldılar. Dünya üzerinde yavaş yavaş ilerleyen ve topraklara el koyan bir orduydu. Caroline'ın doktora araştırması, bu geçişe ait fosil kayıtlarının eksiksiz olduğu Kuzey Amerika'da, açık alan otlarının, Oligosen'de varlık göstermeye başladığını ortaya koydu. Yaklaşık 10 milyon yıllık zaman zarfında daha da bollaştılar (giderek daralan ormanlar arasındaki genişleyen arazileri kapladılar), yaklaşık 23 milyon yıl önce Miyosen'e gelindiğinde tam teşekküllü otlaklarla zirve noktasına ulaştılar.

Bu önemli bir gelişmeydi. Büsbütün yeni bir ekosistem icat edilmişti. Topraktan sürekli baş veren yeşillikler açık büfesi. Ağaç yaprakları gibi yukarıdan aşağıya doğru sarkmak yerine, otlar, zeminden yukarı doğru bitiyordu. Ne kadar kemirilirse, o kadar kuvvetli büyüyordu. Kalınlaşıyordu. Sıklaşıyordu. Gürleşiyordu. Dolayısıyla, ot yeme edimi tek başına, otlakların yayılmasını kolaylaştırdı. Bununla da kalmıyordu, sürekli otlanmak, çalılar ve ağaçlar gibi yavaş büyüyen bitkilerin zemin bulmakta zorlanmasına sebep oldu. Kıtaların iç kesimleri, otlak okyanuslarına dönüştü. Atlar ve başka memeliler için bir nimetti, tıpkı Kitab-ı Mukaddes'te anlatılan, toprağı doldurmak için gökyüzünden gönderilmiş, çöldeki göçleri sırasında İsrailoğullarına dayanak olmuş doğaüstü güç gibi. Benzetme yapmak gerekirse, otlar, atlara dayanak olmuştu; hâlâ da öyledir.

Tek sorun var. Ot, damağı zorlar. Yumuşak yaprakların, meyvelerin, çiçeklerin aksine, ot, aşındırıcıdır. İğneli ve lifli dokusu, çoğunlukla yapraktan daha serttir, ama, daha büyük iki güçlük var. Birincisi, pitolitler; otların salgıladığı silis



Uzun hipsodont at dişleri. Uzun kökler, çenenin derinlerine girer, oysa insan dişlerinin kökü kısadır. Diş eti hattının üzerinde kalan diş kısmı beyaz renkle gösteriliyor. (Sarah Shelley'nin çizimi)

öbekleri. Hemen fosilleştikleri için bizim işimize gelir, ama otlayan hayvanlara sıkıntı yaratır, çünkü bunlar fiilen, ot salatası içindeki minik kum zerreleridir. İkincisi, mıcır. Otlar, geniş açık alanlarda zemine yakın büyüdükleri için, toprağı, tozu ve rüzgârın üflediği başka maddeleri kendilerine çeker. Günümüzde, otlayan pek çok hayvan beslenirken olağanüstü miktarda taş zerresi yutar. Ortalamada, evcil sığırlar yaklaşık yüzde 4 ila yüzde 6 oranında, yaprak yiyen otçullar ise yüzde 2'den az miktarda toz toprak yutar. İneklere kıyasla zemine daha yakın otları biçen koyunların durumu daha fenadır: Yeni Zelanda'da yüzde 33 oranında toprak tükettikleri gözlemlendi. Başka bir deyişle, yedikleri her iki kilo ota karşı bir kilo toz toprak yiyorlar.

Toprak ve pitolitler zımpara kağıdı gibi iş görür, yemek yiyen otçul memelilerin dişlerini eğelerler. Ufak tefek bir dert sayılmaz: Bugünün otçulları her sene yaklaşık üç milimetre diş yitiriyor. Diş minesi resmen sıyrılıyor. Bu, kulağa çok

kötü gelmeyebilir, ama, şunu düşünün. Azıdişim, diş eti hattının yaklaşık bir santimetre üstündedir. Sırf ot yesem, dişlerim anca üç sene dayanır. Memeli olduğumdan, yeni diş çıkaramam. Süt dişi ve kalıcı diş gittikten sonra, ciddi diş tedavisine ihtiyaç duyarım. Atlara, koyunlara, ineklere protez diş takılamadığına göre, dişleri toz olduktan sonra, tek seçenek açlıktan ölmektir.

Oligosen ve Miyosen memelileri, hem cazip hem tehlikeli bir durumla karşı karşıyaydı: Alabildiğine otlu gıda orada duruyor, yenmeyi bekliyordu. Ne ölçüde yerlerse otlar o ölçüde büyüyordu, ama haddinden fazla yemek ölümcül olurdu. Evrim bir çözüm buldu: hipsodonti. Bu, uzun diş anlamına gelen fiyakalı bir sözcüktür. Uzun diş sayesinde memelinin çiğneme ömrü uzar. Azıdişlerimin uzunluğunun iki santim olduğunu hayal edin; o durumda otu ve yıpratıcı çakılı, dişlerimin eski ufalanıp yok olma ömrünün iki katı süre boyunca yiyebilirim. Azıdişlerimi düşey eksende ne ölçüde uzatırsam tıkınabileceğim zaman aralığı da o ölçüde uzar. Elbette insanlarda bu durum gerçekleşmedi, çünkü beslenme tarzımız bunu gerektirmiyordu. Fakat, otlayan pek çok hayvan (en ünlüsü de Simpson'ın atları), birbirinden bağımsız olarak bu basit düzeltmeyi yaptı. Şekerlemeden yapılmış gibi görünen, gülünç uzunluklara varan azıdişleri (bazen de küçük azıdişleri) evrimleştirdiler. Bu dişler öyle uzadı ki diş tacı (mineyle kaplı olan, diş etleri üzerinde açığa çıkan kısım) ağıza sığmayacak kadar irileşti. Dişin büyük kısmı, diş etlerinde ve çene kemiğinde gizlidir. Kurşun kalemin ucu gibi hayvanın ömrü boyunca kademe kademe açığa çıkar. Hatta bazı memelilerde dişler sürekli büyür.

Otlakların yayılmasına cevaben hipsodontinin gelişimi, Simpson'ın Büyük Dönüşüm öyküsünün kilit çatısıdır. Atların ilerlemesinin itici gücü olduğu düşünülür. Demek ki hipsodonti, ormanı mesken tutan, meyve ve yaprak tüketen isimsiz hayvanları şekillendirip bugün sevdiğimiz görkemli hız ve zarafet ikonlarına dönüştürdü. Caroline'ın (ve başka pek çok meslektaşının) çalışmaları, böylesi basitlikteki bir sebep-sonuç anlatısına gölge düşürüyor. Otlaklar hiç şüphesiz atların ve pek çok memelinin evrimini teşvik etti, ama hikâyeleri, Simpson'ın zihninde canlandırdığından çok daha ayrıntılıdır (hem de çok).

Meğer atlar oyuna geç girmiş. Yüksek taçlı dişlerini uzatmakta, yeni ot hazinesinden tam anlamıyla yararlanmakta yavaş davranmışlar. Hem de öyle geç kalmışlar ki pek çok memeli onlardan önce bu işi başarmış. Oligosen'de araziler gitgide açılır, otlar, ormanların arasındaki boşlukları yama misali doldururken, önce en ufak memeliler uyum sağladı. Akıl almaz doğum oranlarına ve hızlı üreme sürelerine sahip kemirgenler ve tavşanlar, doğal seçilimin kaprislerine göre yontulabilirdi. Bu hayvanlar, atların hipsodont olmasından en az 10 milyon yıl önce, dişlerini uzatmış, ot koparmaya, çakılla baş etmeye başlamışlardı. Derken, toynaklı kimi iri memeliler azıdişlerini uzatma numarasını buldu; ama, bunlar

çift sayıda ayak parmaklı çifttoynaklılardı. Aralarında çok sayıda deve de vardı ki bunlar Oligosen'in en kalabalık iri otçuluna dönüştü. Bu esnada Oligosen atları, Eosen'deki atalarının kısa dişlerini muhafaza etti. Minelerdeki yıpranma düzeyi asgariydi; yumuşak yaprak yediklerinin işareti. Bu esnada tavşanlar, kemirgenler ve develer, açık arazi ot nişlerini ele geçirdi.

23 milyon yıl önce, Miyosen'in başlangıcında ormanlar artık yitik bir anıydı, otlaklar Kuzey Amerika toprakları boyunca bunların yerini kapmıştı. Büzülen ormanların arasına serpilmiş ot adaları yerine ot denizlerinin var olmaya başladığı dönemde ancak, atlar nihayet dikkat çeker oldu. Sanki eski yaşam tarzlarının yok olduğunu fark etmişlerdi, dolayısıyla yaprakların yerine gönülsüzce ot geçirmeleri gerekiyordu. Dişlerindeki aşınma miktarı aniden aşırıya vardı. Atasal yaprak yiyicilerin yüksek kabartılı küspisleri, pitolitlerin ve çakılların mahvettiği küt tümseklere dönüşmüştü. Dişler yıpranmaya başladıktan sonra, nesiller içinde boyları giderek uzadı. Yine de hipsodonti yavaş yavaş geldi; doğal seçilim yakalamaca oynuyordu. Dişleri aşırı yıpranmış ilk erken Miyosen atları ile bugünün atları gibi hakikaten yüksek taçlı hipsodont dişlere sahip ilk orta Miyosen atları arasında beş milyon yıllık bir süre vardı. Atlar hipsodont hale geldikçe otlanmanın zorluklarıyla başa çıkacak başka diş gereçleri de geliştirdiler: dişlerinin çiğneyici yüzeyinde, yumuşatmaya ve kesmeye yarayan ustura inceliğindeki diş minesi sırtlarının meydana getirdiği, ot ve mıcır yüzünden aşındıkça keskinleşen, karmaşık yapılar.

İşi hiç aceleye getirmediler, ama, 5 milyon yıl önce Miyosen'in sonuna ulaşıldığında, atlar otlama sanatında ustalaşmış, yaşam tarihinin en vasıflı ot yiyicilerinden biri haline gelmişlerdi. Tek başlarına değillerdi: Toynaklı hayvanların en az on yedi grubu bağımsız şekilde hipsodonta dönüştü, mesela kül yüzünden ot ikmalleri yok olduğunda, Nebraska'da topluca gömülmüş olan o koca karınlı gergedanlar. Amerikan Savanası'nın hayvanları başka usullerle de uyum sağladı. Atlar, develer ve toynaklı başka türler üstün koşuculara dönüştüler, bacaklarını uzatıp düzleştirerek sütuna çevirdiler, böylece açık arazilerde dört nala koşabiliyorlardı. Atlar bacaklarında sadeleşmeye giderek tek ön ya da arka ayak tırnağına kavuştular. Bu parmaklar, tek işi koşturmak olan bir manivela haline geldi. Hızlı kulvardaki yaşam için çok iyi bir özellik. Artık ormana bağlı olmayan kemirgenler ve tavşanlar, sıçramak ve hoplamak gibi yeni hareket biçimleriyle ve zemindeki ot örtüsü sayesinde saklanabilecekleri toprakta oyuklar açmak gibi yeni savunma yollarıyla denemeler yapıyorlardı.

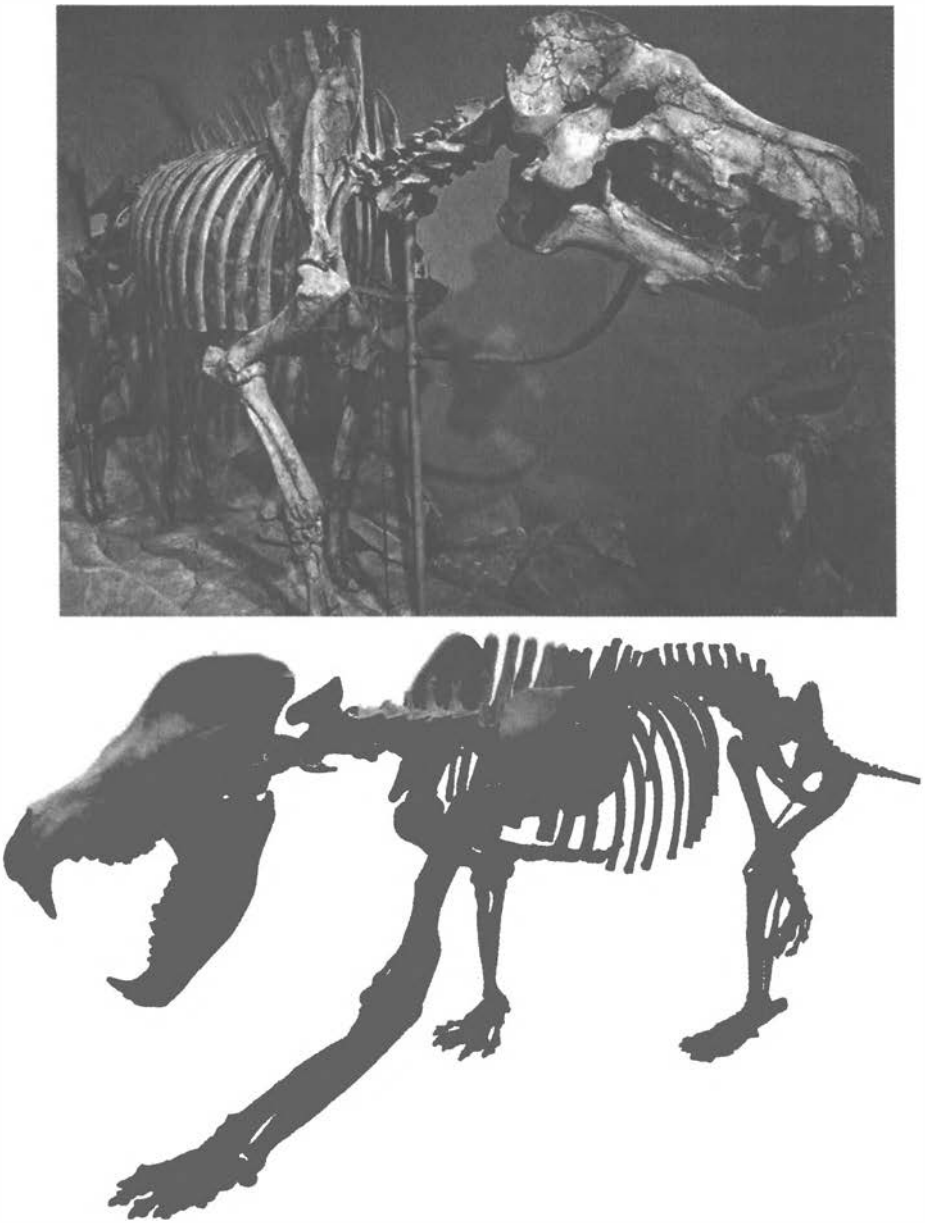
Açık alanda otlayan tüm bu otçullar, yırtıcılar için davetti. Yakalayabilirlerse, bunların da önünde açık büfe vardı. Oligosen ve Miyosen, bir nevi silahlanma yarışı sahnesiydi. Avların yanı sıra evrimleşen yırtıcıların tangosu. İki taraf da birbirine üstünlük kurmak için mücadele ediyordu. Et yiyen yeni memelilerin

pek çoğu, Amerikan Savanası'na dehşet saçıyordu: çeşit çeşit şekil ve ebatlarıyla ayılar, kediler, köpekler. Kimilerinde eti kesecek kılıçdişler varken, kimileri kemik kıran piston misali azıdişleriyle donanmıştı. Bazıları pusu yırtıcısıydı; uzun otlar arasında ya da arta kalmış ağaçların kovuklarında saklanabiliyor, şiddetli bir saldırıyla kurbanlarını şok ediyorlardı. Bazıları bacak uzunluğunu artırdı, böylece avlarını kısa mesafe kovalayıp öldürmek için üzerlerine çullanıyorlardı.

Bu katil derlemesine bakınca, hangi yırtıcının en korkutucu olduğuna karar vermek güç. Belki borofaginler. Çok şükür soyu tükenmiş bir köpek grubu. Cehennem tazısı *Epicyon* da bu gruba dahildir. Kurt kisvesine bürünmüş sırtlanlar gibi davranıyorlardı. Avı kovalar, kemik kıran ısırıklarıyla hayvanın uzuvlarını koparırlardı. Belki de en korkuncu amfisiyonidlerdi. Köpekgillerin başka bir grubu. Bunlara "ayı köpek" lakabı takılmıştır, çünkü bu iki yaratığın kâbusvari bir bulamacı gibi görünür. Bu gruba ismini vermiş olan *Amphicyon*, yaklaşık iki buçuk metre uzunluğundaydı, altı yüz kilo geliyordu, dolayısıyla 66 milyon yıl önce *T. rex*'in yokoluşundan beri Kuzey Amerika'da yaşamış en iri etçillerden biriydi.

Fakat, ben olsam paramı entelodonlara yatırırım. Cehennem domuzu denen bu canlılar, gerekirse cehennem köpeklerini kolaylıkla alt edebilirdi. Çirkin haydutlardı. Kocaman kafaları, şişko gövdeleri, kambur sırtları vardı, ama toynaklı ve ince bacaklarıyla iyi koşuyorlardı; gücün ve hızın korkunç bir kombinasyonu. En irileri olan *Daeodon*'un omuz yüksekliği 2,1 metreydi, ağırlığı yaklaşık 450 kiloydu. Uzun köpekdişleri ve mengene misali çeneleri, aşağı yukarı her şeyle başa çıkabilirdi, ister yapraklar, ister kökler, ister leşler, isterse canlı avlar söz konusu olsun. Amerikan Savanası'ndaki hayvanlar için yegâne teselli, cehennem domuzlarının, başka türleri avlamaktan ziyade birbirlerini parçalamaya daha çok vakit ayırmasıydı. Kafaları budaklı yumrularla ve kemik şişlikleriyle kabuk kabuktu. Rakiplerini dövüş başlatmaktan caydıran korkunç bir maske. Fosillerinin birçoğu, eş ya da bölge için yapılan dövüşlerde edindikleri çarpışmalara işaret eden yaralarla ve ısırık izleriyle bezelidir.

Amerikan Savanası'nı etüt ettiğinizde, Simpson'ın Büyük Dönüşüm'ü keza Büyük Çeşitlenme gibi görünüyor. Ormandan otlağa geçiş, yeni bir memeli özellikleri kümesi getirdi: atlar ve gergedanlar gibi otlayan hayvanlar, cehennem köpekleri ve cehennem domuzları gibi hiperetçiller, hız canavarları, sıçrayanlar, zıpzıplar. Otlaklar yeni nişlere can verdi. Ormanlarda zaten var olan nişlerin üstüne yenileri eklendi. Serinleyen hava, açık alanlar ve otlar yan yana iş gördü, memelilerin sınırlı kadrosunu, orman sakinlerine kıyasla daha geniş, çeşitli, özelleşmiş ve ilginç bir tür alayına dönüştürdü. *The Simpsons* dizisinin 1989'daki orijinal karakter kadrosunu, bugünkü dizide her biri kendi mükerrer rolü, kendi repliği olan yüzlerce karakterle karşılaştırmaya benziyor.



Amerikan Savanası'nın yırtıcıları: "cehennem domuzu" ***Daeodon*** (üstte) ve "ayı köpek" ***Amphicyon*** (altta). (fotoğraflar, sırasıyla, James St. John ve Clemens v. Vogelsang'a aittir)

Öykünüzde karakter sayısı ne ölçüde artarsa, gidişat o denli dolambaçlı olabilir. Simpson'ın Büyük Dönüşüm'ünde daha pek çok senaryo sürprizi vardı.

Atların evrimi derli toplu bir anlatı gibi görünebilir. Yaprak yiyen hayvanların, savanalar genişlerken otlayan hayvanlara dönüştüğü, gergedan gibi başka hayvanların bu modaya uyduğu, ardından da yırtıcıların avlara ayak uydurmak için iyice vahşileştiği bir öykü. Fakat, bu, Amerikan Savanası'nda sahnelenen, iç içe geçmiş pek çok öykünün olay örgüsünden sadece biridir. Atlar, otlakları kırpmak için yüksek taçlı dişler evrimleştirdiğinde, bu yolculuğa hepsi birden katılmadı. Miyosen atlarının pek çoğu yaprak yemeye mükemmelen uygundu. Bunlar ormanlarda kaldı. Ormanlar elbette gözden yitmemişti, ama, küçüldüler, önce ot okyanusunda damlalara dönüştüler, ardından değişen iklime ayak uydurarak tropikal ve tropikal altı bölgelere çekildiler. Zemin külle kaplanmadan önce, Nebraska'daki su birikintisinin kenarında sırf tek sayıda ayak parmaklı, otlayan aygırların bir araya gelmediğini hatırlayın. Üç ayak parmaklı daha ufak atlar da vardı. Bunlar koşmaya pek de uygun değildi. Tıknaz dişleri taş zerreleriyle başa çıkamıyordu, ama yaprak öğütmeye tam anlamıyla uygunlardı.

Miyosen, otlanmaya uzanan düzenli bir ilerleyiş olmanın ötesinde, büyük bir at dans partisiydi. Atların en şaşaalı günleriydi. İnanılmaz bir çeşitliliğe kavuşmuşlardı. Yaprakla beslenenler, otlayanlarla aynı zamanda çoğaldı, ormanları ve otlakları pek çok nişe böldüler, böylece sayısı bir düzineye dayanan tür aynı anda yan yana var olabiliyordu. İki aile neredeyse yirmi milyon yıl boyunca eşzamanlı palazlandı: atgillerin ot uzmanları ile anchitheriine denen yaprak yiyiciler. Miyosen'e ışınlandınız diyelim. Ot yiyen at görme ihtimaliniz, yaprak yiyen at görme ihtimalinizle aynı olurdu.

***

Ta birkaç milyon yıl öncesine kadar devam eden bu zafer günleri, at destanının zirve noktasıydı. O noktadan itibaren, bir reşitliğe ulaşma, kayıp ve hayli beklenmedik bir kefaret dramasına evrildi.

Miyosen sonrası bir dönem olan Pliyosen'de soğuk sera, buzhaneye dönüştü. Buzullar kuzey kıtalarında yavaş yavaş ilerledi, kuru ve açık otlaklar daha da yayıldı. Yaprak çiğneyen atların hepsinin soyu tükendi. Sırf Kuzey Amerika'da değil, bütün dünyada yok oldular. Geriye yalnızca otlayan atgiller kaldı. Bunlar, günümüzün atlarına dönüştü: 4 ila 5 milyon yıl önce Kuzey Amerika'da ortaya çıkmış olan *Equus* cinsi. Derken *Equus* daha da azaldı, yaklaşık 10.000 yıl önce Kuzey Amerika'da soyları tükendi. İklim değişikliğine ve iki ayağı üzerinde duran yeni bir korkunç yırtıcıya kurban gitti. Bu yırtıcı, cehennem tazılarından ya da cehennem domuzlarından daha kurnaz, daha ölümcüldü. Koşullardan ötürü bazı *Equus* üyeleri Eski Dünya'ya kaçtı. O insansı avcıların bir takımı

bu hayvanları yaklaşık 6.000 yıl önce Asya'da evcilleştirdi. Asya atlarının yolu Avrupa'ya düştü, derken birkaç yüzyıl önce İspanyollar gaddar fetihleri sırasında bazı atları Kuzey Amerika'ya geri getirdi. Bugün Amerikan ovalarında gördüğünüz "yabani" atlar, dişlerini ve bedenlerini Amerikan Savanası'nda dönüştürmüş Miyosen otçullarına kadar uzanan kesintisiz bir soy ağacına sahip yerel canlılar değildir. Bunlar İspanyol atlarının yabani torunlarıdır.

Bu, sırf Kuzey Amerika'ya odaklanmanın, büyük resmi bulanıklaştırabileceğini gösteriyor. Nihayetinde, Oligosen'de ve Miyosen'de bütün dünya soğuyordu (gerçi muhtelif yerlerde ısı yükselişleri vardı). Otlaklar bütün dünyaya yayıldı, ama, farklı yerlerde farklı hızlarla. Doğu Asya, Kuzey Amerika'yla aynı zamanda dönüşüm geçirmiş gibi görünüyor. Oligosen'de başlamış, Miyosen'de hız kazanmış bir dönüşüm. Batı Asya ve Avrupa boyunca savanalarda at, gergedan, zürafa ve antilop toplulukları, Miyosen sonuna gelindiğinde Balkanlardan Afganistan'a geniş bir alana yayılmıştı. Miyosen biterken, Afrika'da da otlaklar vardı. Bugün aslanların, öküz başlı antilopların, zebraların görüldüğü safari ekosistemlerinin öncülleriydi. Ekvatorun aşağısından kesilmiş olan Güney Amerika'da işler daha yavaş ilerledi. Darwin'in Toynaklıları dahil kimi Güney Amerika memelileri, Kuzey Amerikalı uzak kuzenlerinden çok önce hipsodont dişleri icat etmişlerdi. Fakat, Caroline'ın araştırmasının gösterdiği üzere, bunun amacı, otla değil, yükselen And yanardağlarından gelen külle başa çıkmaktı. Otlar, Miyosen'in anca iyice sonunda, kıtanın tropikal olmayan kısımlarında yayılıyordu.

Avustralya'yı es geçmeyelim. Eosen-Oligosen sınırı civarında Antarktika'dan ayrıldıktan sonra, dünyanın dibine yakın bir yerde mahsur kaldı. Avustralya Kırsalı otlakları, burada çok ama çok daha sonra, başka yerlerde olan bitenlere hiç benzemeyen bir Miyosen gösterisinin ardından boy gösterecekti.

***

Her sene yaklaşık bir hafta boyunca Mike Archer, Avustralya Kırsalı'nda küçük alanları patlatır. Bölgeye çoğunlukla helikopterle gelir; bazen askeri helikopterle, sıklıkla da sığır çiftçilerinden ya da havadan geyik vuran avcılardan kiralananlarla. Bir keresinde çılgın (Avustralya İngilizcesiyle, *larrikin*) bir pilota denk gelmiş. Taşıtı alçak irtifada uçurup, *Apocalypse Now* [Kıyamet] filminde Amerikan helikopter müfrezesinin Vietnam köyünü gafil avladığı o ünlü sahneyi canlandırıyormuş. Bu pilot (Mike emin olmasa da pilotun Vietnam'da görev yapmış olabileceğini düşünüyor) her akşam Gregory Irmağı üzerinde alçalıyormuş: Queensland'in kuzeybatısının bu kavrulmuş ıssız topraklarında bir damla nem. Suya iyice yaklaşıp yüzeyin bir metre üzerinde durarak saf bir kayıkçı tespit edene kadar pervaneleri mümkün mertebe sessize alıyormuş. Derken, hoparlörleri Wagner'in *Walkürenritt*'ini gümbür gümbür öttürüp helikopterini gökyüzüne dikey kaldırıyor, aşağıda yarattığı kaosa gülüyormuş.

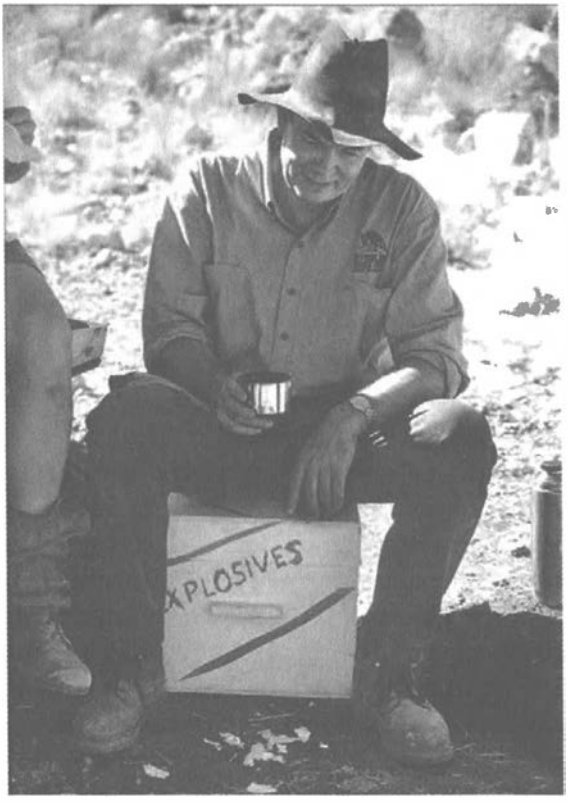
Mike, "Aradan yıllar geçti, ama, acaba o pilot hâlâ sağ mı diye ara sıra merak ederim," dedi. Kıkırdadık. Salgın sırasındaki sohbetimizi, Sydney ile Edinburgh arası on bir saatlik zaman farkına göre ayarlamıştık.

Pilotluğunu kim yaparsa yapsın, Mike koltuğuna yerleşir, çalılık arazi üzerinden geçer, haki renkli otların arasından baş vermiş gri renkte kireçtaşı öbekleri arardı. Yangının kısa süre önce kavurmuş olduğu yerlere bakıyordu. Normalde *Spinifex* otunun keskin yapraklarıyla ve seyrek ağaçlarla örtülü olan kayaç yüzeyi bu yangınlarla açığa çıkıyordu. Taşı tespit ettiğinde, pilota yere inme ve kendisini aşağı bırakma talimatı verirdi. Arkasından öğrenciler ve çalışma arkadaşları gelirdi; gerçek bir orduyu andıran bu bilim birliği, yüksek ateş gücüne sahipti. Yeğledikleri silah, fünye kablosuydu; hafif patlayıcılarla dolu, bilgisayar kablosuna benzer ince plastik tüpler. Bu silah ateşlendiğinde, tıpkı pasta kesen bıçak gibi, kayayı parça parça dilimler. Dilimleme sırasında infilak eder, ama sessiz bir gümbürtüyle. Gerçi bazen tersi de olur.

Mike patlayıcılarla fosil çıkarmayı ilk denediğinde, ikinci el aldığı dinamit lokumunun çeyreğini kullanmış. Bu madde, İrlanda Kurtuluş Ordusu'nun gözdesiydi. "Fünye yandığında, kaya tuz buz oldu," dedi bana. Hemen hemen yok olmuş. "İri bir parça kalmıştı. Bilgisayar boyutundaydı. Doğrudan havaya fırladı, neredeyse taşıtlarımızdan birini perte çıkaracaktı." Avustralya'da pek pek birkaç kişinin memeli fosili aradığı, bunların nasıl toplanacağını daha da az kişinin bildiği 1970'lerdeki o çılgın dönemi yad ederken Mike sadece omuz silkti. "O noktada sanırım ölümsüzdük." Fakat, bir ders çıkarmışlardı. Fosilleri araştırmak istiyorsanız, kafatasları ve iskeletler, moloz yığınından çok daha bilgilendiriciydi.

Koşullar farklı gelişmiş olsa, Mike, nüktedan profesör yerine o çılgın pilot olabilirdi. Sydney doğumluydu. ABD'de büyüdü. Bir yıllık Fulbright Bursu kazanınca, lisans döneminde profesörlerinden birinin tavsiyesiyle Avustralya'ya döndü. Profesör, arayan birileri olsa, Avustralya Kırsalı'nda fosil memeliler bulunabileceğini söylemişti. Yıllardan 1967'ydi. ABD Vietnam'da giderek batağa saplanıyordu. Mike, New York'taki askerlik şubesine başvurdu, aksi emredilmediği takdirde ülkeden ayrılacağını bildirdi. Askeri seferberliğin verimsizliğine yaraşır şekilde onu görmezden geldiler. Yani Avustralya'ya gelişinin iki ay sonrasına kadar onu gözden kaçırdılar. Bu iki ayın sonunda fiziksel muayeneye girmesi için Mike'ı geri çağırdılar. Fullbright Komisyonu Mike'ın uçak bileti parasını karşılamayı reddetti, böylece yakayı kurtardı... ama, sadece birkaç aylığına, çünkü bir yıllık bursu hızla sona eriyordu, ödenek de iflasın eşiğindeydi. Rivayet doğruysa, ki Mike öyle olduğuna inanıyor, burs idarecisi kalan paranın kırıntılarını almış, at yarışına yatırmış, yüklü bir meblağ kazanmış. Böylece Mike birdenbire, fosil ve modern Avustralya etçilleri konulu doktorasına devam etmek için bir sene daha





Avustralya, Riversleigh'de fosil toplamak: Ekip üyeleri, kireçtaşı bloklarından memeli fosilleri bulup çıkarıyor (üstte); Mike Archer, kullanılmış patlayıcı kutusu üzerinde oturuyor (solda). Helikopter ikmal yapıyor (sağ sayfa). (fotoğraflar Mike Archer'ın izniyle basıldı)



ödenek bulabilmiş. Piyangonun Mike'ı ferahlatmasının kısa süre ardından savaş sona erdi. Fakat, Mike gönlünü Avustralya'ya tamamen kaptırmıştı. Babasına gönderdiği mektupta, birlikte güzel günler geçirmiş olsalar da Avustralya'dan dönmeyeceğini yazmış. O günden beri Avustralya'dadır.

1970'lerin ortasında Mike'ın yolu Riversleigh İstasyonu'na düştü. İstasyon, Queensland'in kuzeybatı topraklarında boş bir alandaydı. Bölgede memeli fosilleri olduğu bildirilmişti, ama pek umursayan çıkmamıştı; en azından aşırı sıcağa ve bu ileri karakolda yalnız çalışmaya katlanacak kadar umursayan yoktu. Mike da bu fosillerden buldu; her yıl bölgeye döndükçe daha da fazlasını keşfetti. En büyük vurgununu 1983'te yaptı. Tıkaç Mevkisi lakabını taktığı yerde. Şöyle anlatır: "Başımı eğdim, ayaklarımın çevresine baktım. Bu kayaçtan kafatasları, çeneler çıkıntı yapmıştı. Avustralya'da bulmayı düşlediğimiz her şey işte buradaydı." Tek sorun vardı: Kaya, beton kadar sertti, dolayısıyla fosiller geleneksel usulle,

yani çekiçlerle, fırçalarla, diş hekimlerinin alet edevatıyla çıkarılamazdı. Mike'ın ekibi patlayıcı kablolar kullanmak zorundaydı. Böylece kayayı, daha kolay başa çıkabilecekleri öbeklere ayırabilir, taş parçalarını laboratuvara getirebilirlerdi. Burada kireçtaşı, asetik asit (esasen seyreltilmiş sirke) sayesinde yavaş yavaş çözülebilir, kemikler açığa çıkabilirdi. Pırıltılı dişleriyle ve bembeyaz kemikleriyle kafataslarının pek çoğu öyle iyi korunmuştu ki günümüzün ortalama yol kenarı leşlerinden daha taze görünüyorlardı.

Riversleigh fosilleri, birtakım boşluklarla birlikte, yaklaşık 25 milyon yıl öncesinden itibaren Oligosen sonundan erken Pleyistosen'e uzanan 24 milyon yıllık zaman zarfını kapsar. Mike 1970'lerde fosil toplamaya başladığında, herkes orta Miyosen'den itibaren Avustralya'nın otlaklarla kaplı olduğunu düşünüyordu, tıpkı Kuzey Amerika ve dünyanın geri kalanının büyük kısmı gibi. Fakat, Mike fosil buldukça, şüpheleri artıyordu. "Gözümle gördüğüm otçullardan hiçbirinin otlaklarda yaşayamayacağı acayip barizdi," demişti bana. Diş mineleri kağıt kadar inceydi, azıdişi taçları alçaktı. Amerikan Savanası'ndaki atların, gergedanların, otlayan hayvanların aşırı uzun hipsodont dişlerine uzaktan yakından benzemiyordu. Aksine bu dişler, yağmur ormanlarının yaprakları, çiçekleri, meyveleri gibi daha yumuşak, zengin bitki örtüsüne uygun görünüyordu. Mike'ın bulduğu memelilerin at, gergedan, deve, cehennem tazısı, cehennem domuzu ya da Miyosen'deki Kuzey Amerika savana sakinlerinden biri olmadığı da çok açıktı. Oligosen ve Miyosen Avrupa'sından, Asya'sından, Afrika'sından ya da Güney Amerika'sından bildiğimiz hayvanlara da benzemiyorlardı.

Yumurtlayan birkaç tekdelikli ve sürüsüne bereket yarasa hariç, Mike'ın Oligosen ve Miyosen memelilerinin her biri keseliydi. Bazı iskeletlerin kese bölgesinde yavrular bile korunmuştu. Anne ve yavrusu, bebeğin yaşamının, annenin memesine sürekli ilişik olduğu bu savunmasız döneminde (trajik bir kucaklaşmayla) birlikte fosilleşmişlerdi.

Aslında şaşırtıcı değil, çünkü Avustralya'ya günümüzde keseliler hakim. Avustralya'nın ve Yeni Zelanda'nın en karizmatik memelilerinin pek çoğu keseli: 250 tür arasında koalalar, kangurular, valabiler, bandikut fareleri, opossumlar, tasmanyakurtları var. Bu kümede iki istisna bulunuyor. Birincisi, ornitorenk ve ekidne gibi bir avuç tekdelikli; birkaç bölüm önce gördüğümüz Kretase artıkları. İkincisi, birtakım sınırlı sayıdaki plasentalılar: Eosen'de bütün dünyaya yayılırken Avustralya'ya uçup ardından çeşitlenerek pek çok türe can vermiş yarasalar, yalnızca birkaç milyon yıl önce Yeni Gine'den ve Endonezya'dan güneye doğru denize salla açılmış kemirgenler ve gelmiş geçmiş en istilacı plasentalı olan *Homo sapiens*'in çok daha yakın tarihte getirdiği dingolar ve tavşanlar gibi istilacı türler.

Peki, keseliler Avustralya'ya nasıl ulaştı? Bu soru, Mike'ın yıllar içinde eğittiği pek çok öğrenciden biri olan Robin Beck'in beynini kemiriyordu. Ben doktoramı yaparken, Rob, Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nde doktora sonrası araştırmasını yürütüyordu. Cuma akşamları birlikte barlara giderdik. Rob New York'a gelmeden önce, akıl hocası Mike'ınkine benzer bir dünya turuna çıktı, gerçi bu sefer fonda savaş tehdidi falan yoktu. Rob kuzey İngilterelidir. Doktora yapmak için uluslararası bir burs kazanmıştı. Mike'ın "Thingodonta" denen keseli dahil "tuhaf fosil keselilerle" Rob'un aklını çelmesi üzerine Avustralya'yı seçti. Soyu tükenmiş keseli ucubeleri araştırmak için binlerce kilometre öteye taşınmak hem Rob hem de ailesi için inanmakta güçlük çektikleri bir serüvendi. Sydney yolculuğundan bir gece önce, annesi Rob'un bavuluna bakıp iç geçirdi. "Gerçekten gidiyorsun, öyle mi?"

Aynısı keseliler için de söylenebilir. Rob'un araştırmasının gösterdiği üzere, Avustralya, dünyanın çevresini dolaştıkları milyonlarca yıllık serüvenlerinde, keselilerin son durağıydı. Kretase sırasında keselilerin metatheria atalarının, kuzey kıtalarında bol sayıda bulunduğunu hatırlayın. Göktaşı, bunların egemenlik düşlerine son verdi, zira neredeyse *T. rex* ile *Triceratops*'un yolunda ilerleyeceklerdi. Kimileri Güney Amerika'ya kaçabildi. Burada Darwin'in Toynaklıları'yla ve Xenarthralarla (mesela tembelhayvanlar ve armadillolarla) karıştılar, bir ada-kıta topluluğu oluşturdular. Tek noktada mahsur kalmaktan hoşnut olmayan metatherialar yolculuklarına devam edip Güney Amerika'yı Antarktika'ya, oradan Avustralya'ya bağlayan kara filizlerini otoban niyetine kullandılar. Ne sebeple olursa olsun, Güney Amerika plasentalıları Antarktika'ya sarktı. Görünüşe göre en az bir grup Avustralya'ya ulaşabildi, ama üyeleri orada kalıcı şekilde tutunamadı; böylece yalnız kalan metatherialar yerel tekdeliklilerle karıştı. Avustralya Eosen'de özgürlüğünü kazanırken, keselilerin canının istediğini yaptığı bir laboratuvara dönüştü. Pek çoğu plasentalılara yakınsadı; artık bunlar karıncayiyenlerin, köstebeklerin, aslanların, marmotların keseli versiyonlarıydı. İleride göreceğimiz üzere, bazıları da kendine özgü bir iş yapıyordu.

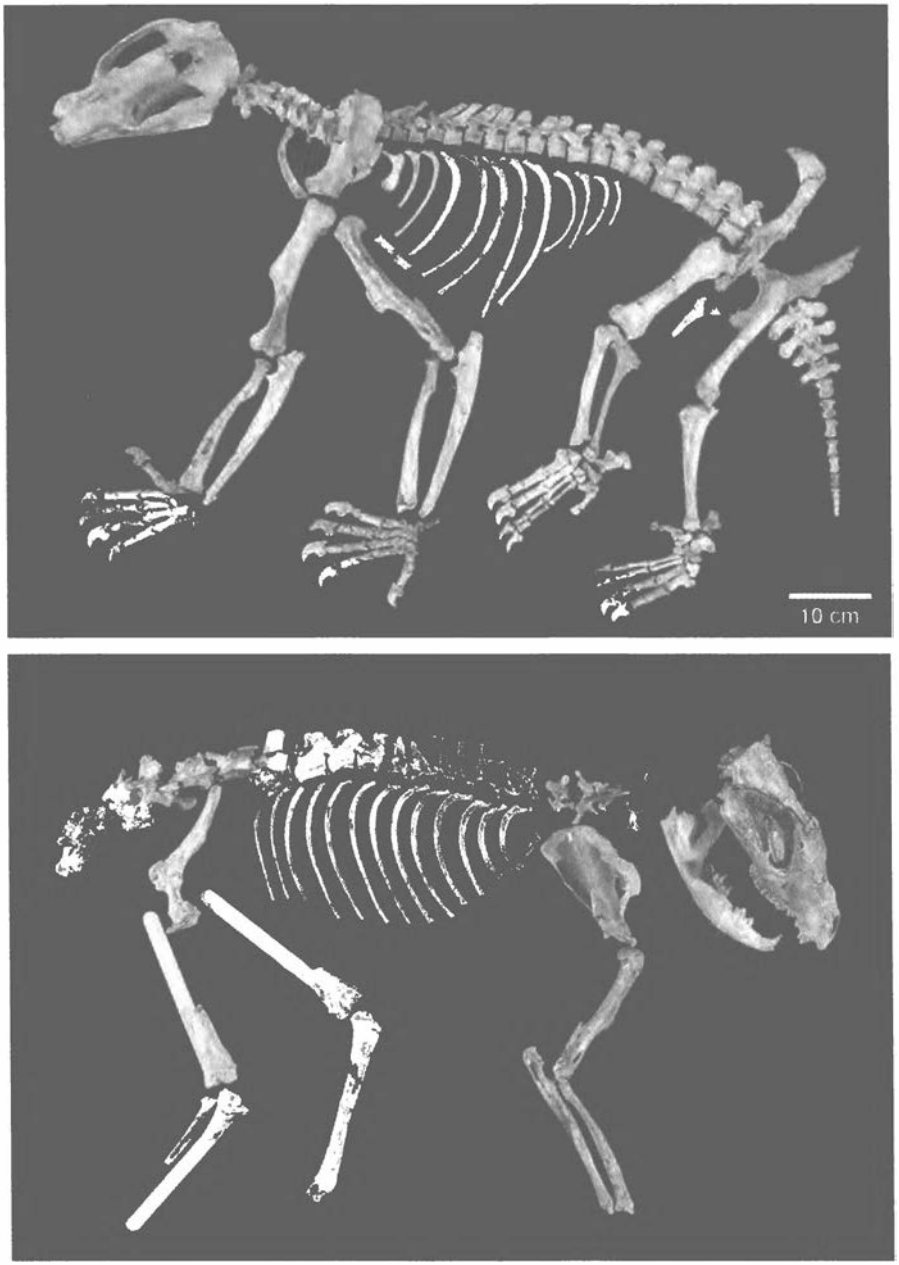
Keselilerin Avustralya'daki yayılımı, yaklaşık 55 milyon yıl önce erken Eosen'de, en eski Avustralyalı metatheria fosillerinin çağında başladı. Fakat, Riversleigh'deki kanguru ve koala gibi modern soylara ait ilk fosillerin kayıt altına aldığı üzere, asıl patlama Oligosen'de yaşandı, Miyosen'de zirve noktasına ulaştı. Sıcaklık ve iklim, Oligosen ile Miyosen boyunca dalgalanmış, ormanlar, gür tropikal ormanlar ile açık alanlar arasında gidip gelmiş olsa da, genel çevre aynı kaldı. Burası, otlakların değil, yağmur ormanının diyarıydı. Neme doymuştu. Dev yapraklar, renkli meyveler, yüksek ağaçlar buraya canlılık katıyor, Riversleigh'deki fosilleşmiş numunelerin kanıtladığı üzere, erik misali olgun meyvelerin kokusu havayı dolduruyordu. Gerçi memeli fosilleri

(Mike'ın rüyalarının baştacı) çok daha yaygındır. Ormanın ortasındaki göllere düştüklerinde ya da mağaralara gömüldüklerinde, bu memeliler kireçtaşında muhafaza edilmiştir.

En güzel örneklerden biri, *Nimbadon*'dur. Bu vombat kuzenlerinin en az iki düzinesi, eski bir mağarada birbirine karışmış halde bulundu. Muhtemelen, ormanın zemininde gizlenmiş tuzak çukurlara yuvarlanmışlardı. Günümüz vombatları şirin, tıknaz tüy yumaklarıdır. Dört ayakları üstünde güçbela yürürler, sık sık durup küp şekilli tuhaf dışkılarını bırakırlar. *Nimbadon* bunlara hiç benzemiyordu. Kaslı ön bacakları, arka bacaklarından uzundu. Kancalı pençeleri sayesinde usta tırmanıcılardı. Ağaçlar yuvalarıydı. Mike'a göre kramponlu pençeleri sayesinde, tembelhayvan gibi ağaçlardan baş aşağı sarkıyor da olabilirler. Yetişkinleri yaklaşık 70 kilogram geliyordu, dolayısıyla o dönemde (aslında her dönemde) Avustralya'nın en iri ağaç sakini memelisiydi. Ağaç üzerindeki bitki örtüsünün yaprakları ve tomurcukları, bunların tombul bedenine yakıt oluyordu. Muhtemelen güruh halinde yolculuk ediyorlardı.

Nimbadon hiç şüphesiz lezzetli bir öğündü; tabii dalından koparabilirseniz. Bu işi yapmaya haiz iki yırtıcı tipi vardı. İlki, tasmanyakurtlarıydı (*Thylacinidae* familyası). Köpek benzeri bu avcıların soyu günümüzde tükenmiştir, ama, 1936'ya kadar dayandılar. Şerit sırtlı son "keseli kurt," son nefesini Tasmanya'da bir hayvanat bahçesinde verdi. Riversleigh'de pek çok farklı fosil tasmanyakurdu bulundu, mesela *Nimbadon*'larla aynı mağaraya gömülmüş, *Nimbacinus* denen tilki ebatlı canlı türü. Kaslı kafatası ve vahşi ısırığı sayesinde, iri kıyım *Nimbadon* gibi kendisinden çok daha iri avları paramparça edebiliyordu. Gerçi tüm tasmanyakurtları kan peşinde değildi. Evrim geçmişleri boyunca, standart etçillerden kemik kıran uzmanlara, hepçillerden böcek yiyicilere varana kadar çeşitlilik sergilediler.

İkinci yırtıcı tipi daha da vahşiydi. Bunlar thylacoleonid familyasıydı. Adının thylacinlere benzemesi kafa karıştıcı, ama, belirgin (ve tuhaf) bir miras söz konusu. Bunlar vombat ve koala grubunun üyeleriydi. Normal şartlarda aylak birer bitki yiyicisiyken hiperetçil yaşam tarzı evrimleştirerek yoldan çıktılar. "Keseli aslan" lakabı takılan bu hayvanlar, kısa süre içinde memeli tarihinin en kan dondurucu katillerinden birine dönüştüler. Bu esnada son azıdişleri, dev usturalar haline geldi. Üst ve alt çene birbirine geçerken, bu dişler, eti, karşılıklı iki giyotin gibi dilimliyordu. *Nimbadon* olsanız, ağaçlara tırmanarak kaçmak nafile olurdu: Keseli aslanlar, esnek ön bacaklarını ve omuzlarını kullanarak tırmanabilirdi. Bu canavarlar artık yok olup gitti, ama, ilk Avustralya Yerlileri, hepsinin en irisiyle, en korkuncuyla karşılaşmış olabilir: *Thylacoleo*. Gerçek (plasentalı) dişi aslan ebatlarındaki bu hayvan 160 kilo geliyordu. Küçük azıdişi



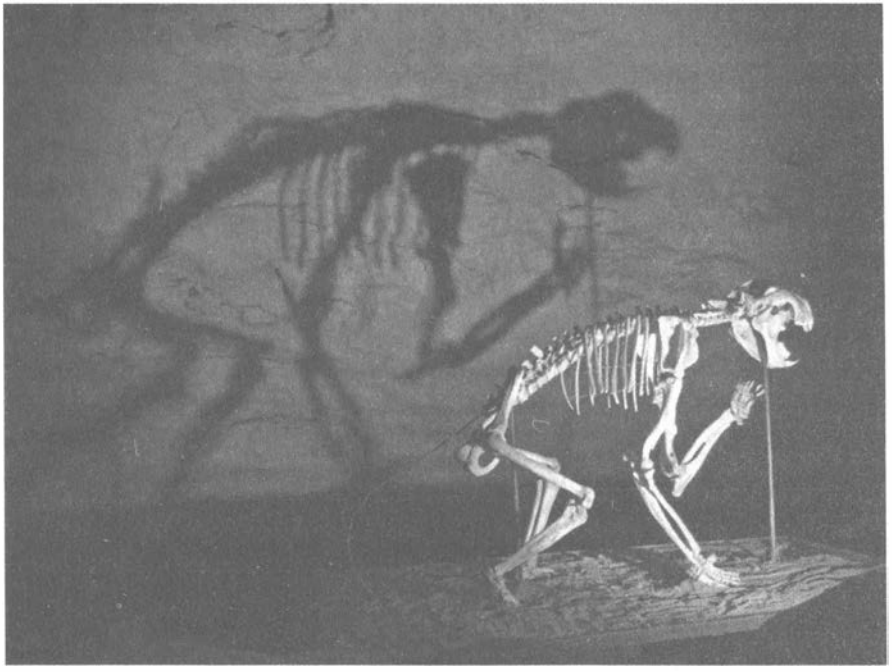
Riversleigh keseli fosilleri: vombatların kuzeni ***Nimbadon*** (üstte) ve "keseli kurt" kuzeni ***Nimbacinus*** (altta). (fotoğraflar, sırasıyla, Black ve arkadaşları, 2012, ***PLoS ONE*** makalesine ve Mike Archer'a aittir)

giyotinleri öyle güçlüydü ki cıvata keskisi gibi iş görüyor, hem kemiği parçalayıp hem eti dilimliyordu.

Riversleigh keseli kadrosunun etrafını binlerce fosil sarıyordu. Düzinelerce türe ait fosiller. Bunların bazıları günümüz keselilerinin öncülleriydi. Bugün "Avustralya memelisi" saydığımız neredeyse her hayvanın kökeninin, yok olmuş yağmur ormanlarına uzandığını hatırlatıyor. Kangurular vardı. Bunların birçoğu sıçramak yerine dört nala koşuyordu. Yakın akraba bir mahluk olan *Ekaltadeta*, hem bitkileri hem küçük av hayvanlarını yemeye yarayan sıra sıra kocaman, kesici küçük azıdişlerine sahipti. "Katil kanguru" lakabını hak ediyorlardı. Farklı koala tipleri mevcuttu. Bunlar, ağaç tepelerinde hep birlikte yaşıyorlardı. Bugün varlığını sürdüren tür gibi muhtemelen tembel ve gürültücü bir hayvandı, ama, genel olarak daha ufaktı, üstelik pek çok davranışı bakımından maymunlara benziyordu. Mike'ın ekibinin bir diğer sarsıcı keşfi, keseli köstebeğe ait narin kemiklerdir. Belli ki yağmur ormanı zemininde yaprak ve yosun yığınları içinde oyuklar açıyormuş. Günümüzün keseli köstebekleri çöl kumu içinde yüzerken, bu fosil, bugün bildiğimiz haliyle Avustralya'nın (genelde düz ve kuru bir topraktır), çevre değişikliğine uyum göstermiş bir grup yağmur ormanı sakinince mesken tutulduğunu hatırlatıyor.

Düpedüz tuhaf olan Riversleigh keselilerini de unutmayalım: Bugün var olan türlere hiç benzemezler. Avustralya'da ve Yeni Zelanda'da keseli memelilerin daha da çeşitli olduğu bir zamanın kalıntılarıdır. Tasmanyakurdunun uzaktan kuzeni *Malleodectes*, üst küçük azıdişlerinden birini, şişkin çekiç dişe dönüştürdü. Ortadan ikiye bölünmüş bovling topuna benzer. Salyangozların sulu iç kısmına ulaşmak için kabuklarını kırmaya yararlar. Peki, Mike'ın Rob'u kandırıp Avustralya'ya çekmek için kullandığı sır perdesine, yani resmî adı *Yalkaparidon* olan "thingodonta"ya ne demeli? Rob yıllar boyunca bu hayvanın dişlerine kafa yordu. Doktorasını tamamlarken, sıradışı bir yorum ileri sürdü. Sürekli yenilenen kocaman kesicidişleri ve bumerang şekilli tepeleriyle minik azıdişleri, yumuşak böcek larvalarını ağaç kütüğü içindeki oyuklardan kaşık misali toplayıp çiğnemeye yarayan ikili bir ekipti; böylece hayvanı keseli bir ağaçkakana dönüştürdü: kuşa yakınsayan bir keseli memeli!

Böyle yemyeşil bir ortamda yaşayan bu tür fevkalade hayvanlar sonsuza kadar varlığını sürdüremezdi. Nihayetinde otlaklar Avustralya'ya yaklaşık 5 milyon yıl önce Pliyosen sırasında geldi. Otlar ilerledi, vombatlar ve kangurular otlayan hayvanlara dönüştü, pitolitlerle ve çakıllarla başa çıkan uzun hipsodont dişleri evrimleştirdiler. Ormanlar büzüştü, koalalar korulara mahkûm kaldı. Çeşitlilikleri budanıp tek türe indi. Daha kuru olan yeni koşullara uygun tek ağaç türü üzerinde, yani okaliptüs ağacında aşırı uzmanlaştılar.

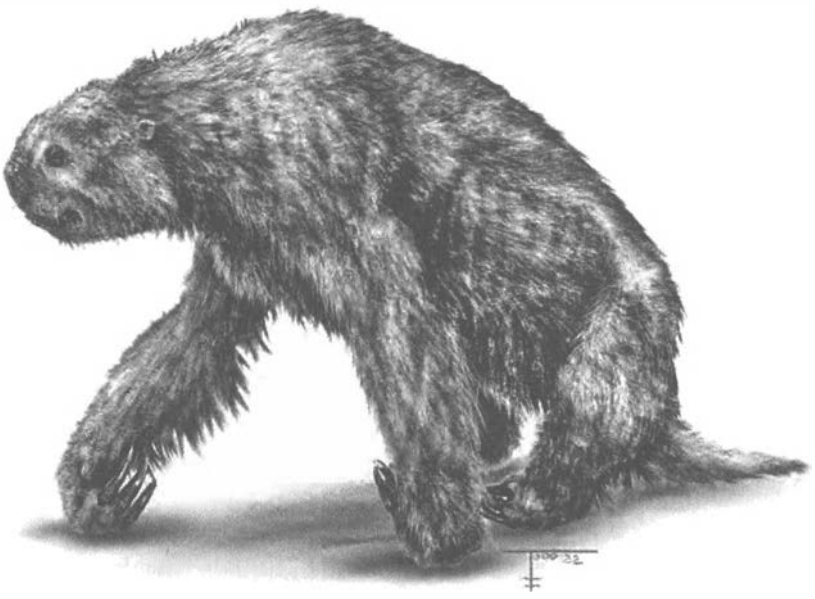


"Keseli aslan" ***Thylacoleo***. (fotoğraf Karora'ya aittir)

Bir kez daha, bütün bu yıkımın nedeni iklim değişikliğiydi. Aynı iklim değişikliği, Kuzey Amerika'da atları ve gergedanları felakete sürükledi, Amerikan Savanası'ndaki egemenliklerini sona erdirdi. Oligosen ile Miyosen'in nispeten istikrarlı soğuk serası sendeleyip buzhaneye dönüştü. *Buzul Çağı geliyordu*. Buzullar hem kuzeyden hem güneyden istilaya başladı. Pliyosen sırasında ve müteakip Pleyistosen'de dünya derin dondurucuya girdi; buzlu, kuru, rüzgârlı. Memeliler her zaman yaptıkları gibi tepki verdi. Bu sefer bazıları devleşti, bazıları yün edindi, kimileri ağaçtan yere inip iki ayakları üzerinde yürümeye koyuldu ve beyinlerini genişletti.

DOKUZUNCU BÖLÜM

BUZUL ÇAĞI MEMELİLERİ



Megalonyx

İlk memeli fosilini kim keşfetti? Basit bir soru, ama, yanıtı bilinmiyor. İnsanlar binlerce yıldır fosillerle karşılaşıyor, fakat, kısa süre öncesine kadar çok az kişi neyi ne zaman bulduğunu ayrıntılı kayda geçiriyordu. Bir de keşif sözüyle tam olarak ne kastedildiği meselesi var. Kimi alkışlamalı? Fosili ilk saptayan kişiyi mi? Fosili ilk çıkaran kişiyi mi? Fosili doğru tanımlayıp uzak bir çağda yaşamış belirli bir hayvan tipine ait olduğunu anlayan kişiyi mi?

Bildiğimiz birşey var ki Kuzey Amerika'da memeli fosillerini bulup isabetle tanımlayan, izlenimlerini yazılı kayıtlara geçiren ilk kişiler, Afrikalı kölelerdi. Dolayısıya Amerikan omurgalı paleontolojisi uğraşının mazisi, günümüz Angola ya da Kongo toprakları olan memleketlerinden kaçırılıp Güney Carolina'nın sıtmalı bataklıklarında zorla çalıştırılmış, nihayetinde isimleri tarihin tozlu sayfalarında kaybolmuş bir grup emekçiye kadar sürülebilir.

Keşiflerini yaklaşık 1725 yılı civarında, Charleston kırsalında Stono adlı plantasyonda yapmışlar. On yılı azıcık aşkın süre sonra, Stono ismi, Amerikan sömürgelerindeki en kanlı köle isyanının mevkisi olmasıyla ün kazanacaktı. Elliden fazla cana mal olan isyan, Afrikalılara tanınan, zaten cılız düzeydeki toplanma ve eğitim haklarının acımasızca yasaklanmasına yol açtı. Daha sonra, Amerikan Devrimi sırasında burada bir çatışma cereyan etti; Yankilerin utanç verici mağlubiyetinde, geleceğin devlet başkanı Andrew Jackson'ın kardeşi de hayatını kaybetti. Tarih bu topraklara silinmez biçimde sinmiş olsa gerek ki Stono, Amerikan İç Savaşı sırasında da hareketliydi. Konfederasyon (Güneyliler), Stono Irmağı'nda Birlik'e (Kuzeylilere) ait bir buharlı gemi ele geçirdi. Savaşın gidişatının değişmesinden ve kölelerin özgürlüğünü kazanmasından önce elde ettikleri zaferler zincirinin bir halkasıydı.

Çarpışmaların başlamasından uzun süre önce, Stono'da bir grup köle, bataklıkta kazı yapıyor, muhtemelen pamuk ya da pirinç ekiyorlardı. Sivrisinekler nemli havada vızıldıyordu. Köleler çamurlu zemine ulaştığında, sert bir cisme denk geldiler. Ardından daha fazlasını buldular. Her biri tuğla boyutundaydı. Pırıl pırıl bir mineyle kaplıydılar. Yüzeylerden birinde tırtıklı sırtlar paralel dizilmişti. Biz görsek, bu desen bize koşu ayakkabılarının tabanını anımsatırdı. Fakat, kölelerin benzetme yapmaya ihtiyacı yoktu: Bu cisimlerin tam olarak ne olduğu biliyorlardı.

Buldukları cisimleri plantasyon sahiplerine gösterdiler. Hayretten dili tutulan efendileri, bu cisimlerin iri bir yaratığa ait olduğunu fark etti. Ama, hangi yaratığa? O zamanlar topraktan tuhaf şeyler çekip çıkaran pek çok kişinin gözdesi olan açıklamaya başvurdular: Kitabı Mukaddes'te anılan, Nuh Tufanı'nda telef olmuş hayvanların vücut parçaları olsa gerekti. Kölelerin gözlerini devirdiğini gözünüzde canlandırabilirsiniz. Hayır, diye ısrar ettiler, bu cisimleri açıklayabilirlerdi.

Bu cisimler dişti. Fillerin dişleri.

Daha doğrusu, azıdişleriydi. Fillerin ot ve yaprak ezmek için kullandığı öğütücüler. Köleler fillere aşinaydı. Memleketleri Afrika'da onlarla yan yana yaşamışlardı. Gerçi o zamanlar bilindiği kadarıyla Carolina bataklıklarında, ya da Amerika kıtasının hiçbir yerinde fil yoktu. Bunlar egzotik, yabancı hayvanlardı. Plantasyon sahiplerinin bu fikre inanmadığını herhalde yüzlerinden okuyabilirdiniz. Saçmalık! Köleler yanılıyor olsa gerekti.

Gelgelelim, köleler haklıydı; kısa süre içinde bunu herkes görecekti. Amerikan sömürgelerinin kuzey ve doğu menzillerinde daha başka "öğütücüler" boy göstermeye başladı. Bu dişler çoğunlukla uzun, eğri fildişleriyle ilişkilendiriliyordu. İki azıdişi çeşidi olduğu anlaşıldı: Stono numunesi gibi tırtıklı sırtları olanlar ve piramit şekilli sivri küspis dizileri olanlar. Bir süreliğine tüm bu fosiller, "mamut" adıyla aynı gruba alındı; Sibirya'nın don topraklarında buzların erimesiyle bulunan benzer filimsi canavarlara göndermede bulunuluyordu. Daha sonra anatomiciler, iki farklı Amerikan fili olduğunu anladı: Otlamaya yarayan sırtlı dişlere sahip hakiki mamutlar ve yaprak koparıp öğütmeye yarayan küspisli dişlere sahip mastodonlar.

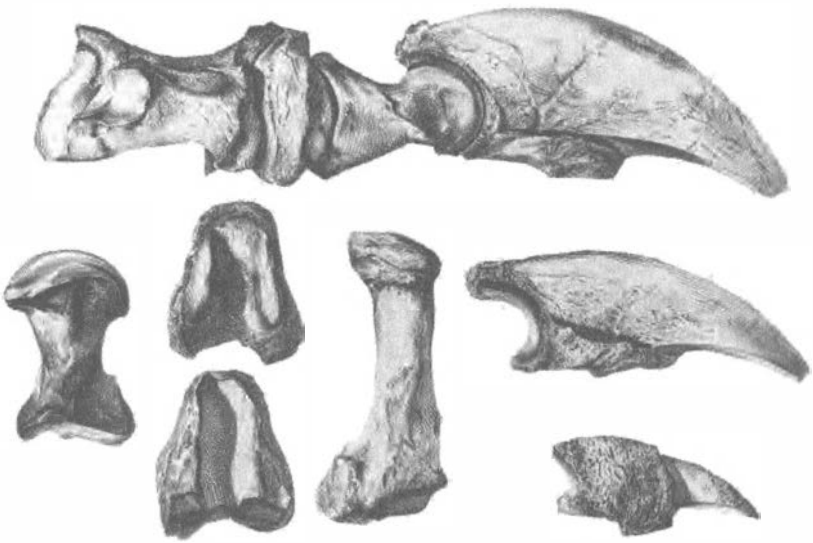
Amerikalı sömürgecilerden biri mamutları takıntı haline getirmişti. 1700'lerin ikinci yarısında, Thomas Jefferson'ın aklı pek çok şeyle meşguldü; Bağımsızlık Bildirgesi'ni yazmak, Bağımsızlık Savaşı'nı kazanmak, ülkesinin parçalanmasını önlemek, Amerikan tarihinin en kavga dövüşlü başkanlık kampanyalarından ikisini yürütmek, iki aileye bakmak (en azından kurmak). Tüm bunlara rağmen, mamutlara da kafa yoruyordu. Mamutlar üzerine kalem oynatıyor, mamut kemiği göndersinler diye insanlara yalvarıyor, generallere mamut iskeleti toplamalarını emrediyordu. Bu uğraş kısmen, kafa dinlemek içindi. Jefferson doğa aşığıydı, kendi tabiriyle, "bilimin sakin uğraşlarını," siyasetin kavga dövüşüne yeğliyordu. Fakat, daha yüce nedenleri de vardı. Soylu Fransız doğa bilimci Buffon Kontu Leclerc, çoksatar kitabında, "Amerikan Yozlaşması" tezini ileri sürmüştü. Bu teze göre, Eski Dünya'nın ihtişamıyla karşılaştırıldığında Kuzey Amerika'nın soğuk ve yağışlı iklimleri, hayvanlarının "çelimsiz," insanlarının ise duygusuz olmasına yol açıyordu. Vatanseverlikle aşka gelen Jefferson'ın gözünde mamutlar (Afrika ve Asya fillerinden daha iri bir fildi), bu iddiaya en güzel yanıttı. Amerika'nın durağan bir yer olmadığının, capcanlı topraklar olduğunun, önünde harika ve zinde bir gelecek uzandığının kanıtıydı.

Jefferson, Buffon'u haksız çıkarma serüveninde, başka dev kemiklere de sevdalandı. 10 Mart 1797'de Philadelphia'da, Amerikan Felsefe Derneği'ne bir konuşmayla hitap etti. Sadece altı gün önce yemin töreniyle ABD'nin ikinci başkan yardımcısı olarak görevine başlamıştı. George Washington'ın halefini belirleyecek heyecanlı başkanlık yarışında galibiyeti John Adams'a kaptırmıştı.

İşte şimdi bu kürsüde, bir Virginia mağarasının zemininde bulunmuş uzuv kemiklerinden bahsediyordu. Kemiklerin üçü pençeydi. İri, keskin, korkutucu pençeler. Konuşmasını usta işi belagatle süsleyen Jefferson, bu pençelerin, "aslan cinsinden, ama, ebadı çok daha büyük bir hayvana" ait olduğunu söyledi. Bunun dev Amerikan aslanı olduğunu düşünüyordu. Eski Dünya'nın güya üstün kedilerinden üç kat büyüktü. Bu denli vahşi bir hayvan, buna uygun bir isim hak ediyordu, dolayısıyla Jefferson buna *Megalonyx* adını koydu: "koca pençe." Hayvanın, Jefferson'ın düşündüğünden de tuhaf olduğu görülecekti. Birkaç ay sonra Jefferson (tam bir kitap kurduydu), Paraguay'da kaleme alınmış, pek dikkat çekmemiş bir rapora denk geldi: "pençeli cinsinden kocaman bir hayvan." Pençeleri, kendi *Megalonyx*'iyle aynıydı, ama iskeletin geri kalanı tembelhayvan iskeletiyle eşleşiyordu; ama, devasa ebatlarda. İleride doğa bilimciler bu yorumla hemfikir olacaktı. *Megalonyx*, resmen dev kara tembelhayvanı türü olarak isimlendirildi: Jefferson'ın onuruna *Megalonyx jeffersoni* adı verildi.

Jefferson'ın kabul edemediği şey, mamutların ve dev aslanların (yani tembelhayvanların) soyunun tükenmiş olmasıydı. Onun nazarında tür yokoluşu imkansızdı. Doğal düzene tersti; varlık zincirinde tek halkayı koparmak, bütün yaratılışı düzensizliğe iterdi. Bu görüşü açık açık savunduğu için, başka bir rakibi üstüne çekti. Yine Fransızdı: Georges Cuvier. Mamutlar ile mastodonlar arasındaki ayrımı resmen fark etmiş olan küstah anatomi virtüözü. Cuvier, ikisinin de iyi bilinen Afrika ve Hint fillerinden çok farklı olduğunu, dolayısıyla ayrı türler olmaları gerektiğini ileri sürdü. Fakat, kimse kanlı canlı mamut ya da mastodon görmemişti; ellerinde sadece kemikler, dişler, nadiren de donmuş leşler vardı. Cuvier'nin gözünde en basit açıklama, bu "megafauna" memelilerinin bir zamanlar sağ olduğu, ama, artık yaşamadıklarıydı. Gerçi Jefferson bu görüşe yanaşmıyordu. 1797 tarihli konuşmasında şunu söyledi: "Kıtamızın bugünkü iç kesimlerinde hiç şüphesiz filler ve aslanlar için, mamutlar için, megalonyxler için boş alanlar vardır." Amerikan Batısı keşfedildikçe, canlı megafaunanın belireceğini umuyordu.

Jefferson birkaç sene sonra nihayet bu konuda bir şeyler yapabildi. 1800'de tekrar başkanlık yarışı yürüttü. Artık acı rakibi olan John Adams'la bir kez daha kapıştılar. Seçim Kurulu'nun belirlediği teknik ayrıntılar yüzünden, Jefferson ile güya kampanya arkadaşı olan başkan yardımcısı adayı Aaron Burr yarıştılar (daha sonra bir düelloda Alexander Hamilton'ı öldürecekti). 1801 Şubat'ında, başkentte entrikalar çevrilirken ve Jefferson'ın siyasi geleceği belirsizken, daha fazla mamut kemiği elde etmek için bu sefer New York'tan bir doktorla mektuplaşıyordu. Bu esnada, seçimde Kongre aşamasına gelinmişti. Otuz altıncı oturumlarında, Jefferson nihayet başkan seçildi. Ulusal hazinenin sağladığı güçle, Kuzey Amerika'nın batı topraklarının geniş bir kesimini 1803'te Fransızlardan



Thomas Jefferson'ın yer tembelhayvanı *Megalonyx*. Jefferson'ın 1797 tarihli araştırma makalesinin ilk satırları, kemiklerin eski bir çizimi, iskeletin modern görseli. (iskelet fotoğrafı MCDinosaurhunter'a aittir)



No. XXX.

A Memoir on the Diſcovery of certain Bones of a Quadruped of the Clawed Kind in the Weſtern Parts of Virginia. By THOMAS JEFFERSON, *Eſq.*

Read March 10, 1797. IN a letter of July 3d, I informed our late moſt worthy preſident that ſome bones of a very large animal of the clawed kind had been recently diſcovered within this ſtate, and promiſed a communication on the ſubject as ſoon as we could recover what were ſtill recoverable of them.

satın aldı (Louisiana Satışı). Bu toprakları etüt etmesi için bir politikacıyı ve bir teğmeni görevlendirdi (Meriwether Lewis ve William Clark). Pek çok görevleri vardı, ama, Jefferson şahsi bir ricada bulunmuştu: Cuvier'yi haksız çıkarmak için "nadir ya da yok olmuş sayılan" hayvanlardan bulmalarını istedi.

Maalesef Lewis ve Clark, Mississippi Irmağı'ndan Büyük Okyanus'a uzanan yolculuklarında tek bir canlı mamut, dev tembelhayvan ya da aslan, ya da başka megafauna üyesi görmedi. Jefferson yılmadı. Clark batı seferinden döndükten kısa süre sonra, başkanlıktan başka bir görev daha aldı: Kuzey Kentucky'de, Ohio Irmağı civarında, Big Bone Lick denen yerden megafauna kemikleri toplamak. Amerikan Yerlileri burada sayısız iskelet bulmuştu. Bunları, gökyüzündeki "Ulu Ruh'un" yıldırımlarla çarptığı "kocaman hayvanların" katlettiği dev bufalolar ve başka lezzetli avlar sayıyorlardı. Topraktan fosil çıkarmak, canlı mamut bulmaktan daha kolay bir görevdi. Clark epey başarılı oldu. Yanında üç yüzden fazla kemikle döndü. Jefferson bu kemikleri Beyaz Saray'ın Doğu Odası'nda zemine serdi. Devlet işlerine ara verdiğinde, kemik odasına girer, devasa bir yapbozla uğraşıyormuş gibi uyluk kemiklerini, incik kemiklerini, belkemiklerini birleştirip iskeletler oluştururdu.

Jefferson'ın ikinci başkanlık dönemi sona ererken, kaçınılmazı hiç şüphesiz hissetti. Amerikan Batısı gitgide keşfediliyordu. Henüz kimse canlı mamut ya da mastodon görmemişti. Jefferson'ın şansı gün geçtikçe azalıyor, Cuvier'nin zafer ihtimali pekişiyordu. Jefferson Beyaz Saray'dan ayrıldığında, kendi kemik derlemesinin bir kısmını, bizzat tasarlamış olduğu evi Monticello'ya götürdü. Bazı numuneler günümüze ulaşmıştır. Kimi kemikler Philadelphia Doğa Bilimleri Akademisi'ne gönderildi. Doktora öğrenciliğim sırasında dinozorları incelediğim bir araştırma gezisinde, hayatımın en gerçeküstü anlarından birini orada yaşadım: Bembeyaz eldivenleri takıp (zamanında Michael Jackson'ın giydiği eldivenler gibi) bir dolabı açtım, *Megalonyx*'in pençelerini elime aldım. Bizzat Jefferson'ın eliyle dokunduğu, incelediği, tanımladığı ve yaklaşık 225 yıl önce o gün atılgan Amerikan aslanı olarak duyurduğu fosiller.

Yaşı ilerleyen Jefferson 1823'te eski hısmı, şimdi yeniden arkadaşı John Adams'a mektup yazdı. Düşüncelerle bezeli bir paragrafta Jefferson, "belirli hayvan ırklarının yok olduğunu" homurdanarak kabul ediyordu. Bu kabulle birlikte, tartışma sona erdi. İçerimleri muazzam olacaktı.

Bir zamanlar Kuzey Amerika'yı bir dolu dev memeli mesken tutuyordu. Bazıları, kunduzlar gibi bugünün yaşayan hayvanlarının daha iri versiyonlarıydı. Kimileri ise bugün yaşayan, ama, Kuzey Amerika'da mevcut olmayan hayvanların çeşitleriydi, mesela tembelhayvanlar ve filler. Kimileri de modern memelilerle gayet müphem bağlantıları olan tuhaf varlıklardı. Dünyanın başka

yerlerinde de yalnızca on binlerce yıl öncesine kadar devler yaşıyordu. Birçoğu, aşağı yukarı 10.000 yıl öncesine, yani insanların Ortadoğu'da tapınaklar, şehirler kurduğu, sığır evcilleştirdiği, ekin yetiştirdiği döneme kadar varlığını sürdürdü. Megafauna memelileri artık ölmüş olabilir, ama, atalarımız onları tanıyordu.

***

Benim de büyüdüğüm kuzey Illinois'de yeterince vakit geçirirseniz, komplo teorilerine inanmaya başlayabilirsiniz. Burası... düzdür. Duyuları uyuşturan, üç boyutlu, küre şekilli bir gezegende yaşadığımızı unutturan tipte bir düzlük. Mısır ve fasulye tarlalarının sonsuzluğa doğru uzandığı, Chicago'nun ötede bir yerde olduğu bir mekan. Yollar kilometreler boyunca dümdüz ilerler. Bir başına tahıl siloları, monoton fon önündeki yegâne yekpare taşlar gibi durur. Neredeyse gayri doğal görünen bir düzlüktür, sanki biri eline devasa bir ütü alıp araziyi düzleştirmiş. Gerçekte olup biten de bir anlamda buydu.

Çocukken bu çevre bana ilham vermiyordu. Çorak topraklardan dinozor çıkarmaya, çölleri aşmaya, dağlara tırmanmaya can atıyordum. Derken, lise ikinci sınıfta jeoloji dersine girdim. Bakış açım değişti. Bu değişikliği tetikleyen öğretmenim, gözümde özel bir kişi olan Bay Jakupcak, çevremdeki coğrafyayı takdir etmeyi öğretmekle kalmadı, yorumlayıp ince noktalarını fark etmemi de sağladı. Evet, kuzey Illinois düzdür. Bunun sebebi on binlerce yıl önce, Buzul Çağı dediğimiz küresel derin dondurucu zamanında, Kuzey Kutup Bölgesi'nden kopup sürünerek gelmiş buzullarla kaplı olmasıydı. Buz örtüleri bir mil kalınlığındaydı. Hareket ederken melas gibi akıyor, yükselen ve düşen sıcaklıkların nabzıyla genişleyip büzüşüyorlardı. Buzullar ilerlerken, araziyi aşındırdılar, kayaları ve toprağı parçaladılar, vadileri doldurdular, tepeleri kuma dönüştürdüler. Ütüden ziyade zımpara kağıdı gibi davranarak topografyayı kasıp kavurdular, yataylaştırdılar.

Yani, çoğunlukla. Nihayetinde bu kıtasal buz örtüleri, tıpkı pastanın üstünü süsleyen dümdüz krema tabakası gibi pürüzsüz ve kabartısız değildi. Derin yarıklarla kesilmiş, içinde tüneller açılmıştı. Sıvı su akıntıları, bu tünellerden, damardan akan kan gibi süzülüyordu. Buz, engebeli zeminde ilerlerken tektonik levhalar gibi gümbürdeyen faylar tarafından bu buz örtüleri paramparça edildi. Üstelik çok ama çok kirliydiler. Buz cephesi, topraktan sıyrılmış kumla, çakılla, tozla karışmış yumuşak buzun eğimli, çorbamsı bulamacıydı. Kar küreme aracının yolun yan tarafına ittiği karışımın büyük ölçekli versiyonuydu. Bütün bu karmaşa, arazide iz bıraktı. Buzullar erirken, arkasında vandallığın damgaladığı bir suç mahali kaldı; çoğunlukla düzdü, ama, yer yer çopur ve kabukluydu. Bu minik yaralar, jeologların bilen gözleriyle bakıldığında, buzul çağının kartvizitidir.

Bay Jakupcak, okul gezilerinde ve fosil toplamak için Buick arabasıyla çıktığı yaz turlarında, bana, ipuçlarını tanımayı öğretti. Gözlerim bu işe alıştıkça, çiftliklerde kadim buzun işaretleri belirmeye başladı. Sanki görünmez mürekkebe ışık tutulmuşçasına, görünüşte sıkıcı olan araziyi, buzullara özgü coğrafi özelliklerle örülü bir kilime dönüştürdü. Memleketim olan Ottawa'nın yaklaşık on altı kilometre güneyinde (eriyen buzlardan kaynaklanan su taşkınının 19.000 yıl önce kabardığı vadinin kenarında), uzun, eğri bir toprak tümsek var. Ovadan yüksekliği yaklaşık altmış metre. İşte, eşmerkezli birkaç buzultaşından biri. Bu kabartılar, suya düşen taşın yarattığı dalgalar misali Michigan Gölü'nden dışarı doğru yayılıyormuş gibi görünür. Aslında, içe doğru yönelmiş geri çekilme dalgalarıdır: Her biri, buzulun izlerinin kesildiği, tortu yükünü boşalttığı, sıcaklıklar arttığında daha da kuzeydoğuya çekildiği mevkiyi gösterir. Bundan daha bariz başka yer şekilleri de var. O zamana kadar çiftliklerden akarak geldiğini sandığım minik göletler aslında geri çekilen buzulların yetim bıraktığı erimiş buz kütlelerinden oluşmuş "güğüm" göllerdir. Kavisli, dar, "esker" denen sırtları, buzulların içinden geçmiş su akıntılarının kumlu dip bölümleridir. Koni şekilli "buzul höyüğü" tepecikleri ise buz örtüsünün yüzeyindeki girintilerde birikmiş çakıl ve kum tümsekleridir.

Ottawa bölgesinde buzultaşlarının, sırtların, tümseklerin pek çoğu, taş elde etmek için kazılıp çiftlikleri birbirine bağlayan dümdüz yolların betonuna katıldı. Biz büyürken, taş ocaklarına çakıl çukuru derdik, ama, içlerinde çakıldan fazlası var. Buzullarda donmuş ve buz eridiğinde etrafa saçılmış herhangi bir şeyi burada bulabilirsiniz. Kum ve rüzgârla taşınmış toz gibi ince taneli maddeler, Illonois'un tarım toprağını zenginleştirirken, daha iri taneli taş, kaya, bazen de... fosil yığınları oluşturur. Buzul çöplerinin kaotik karışımında, Thomas Jefferson'ın tüm gözde hayvanlarının kemikleri, dişleri gömülüydü: mamutlar, mastodonlar, dev yer tembelhayvanları. Başka acayiplikler de vardı: dev kunduzlar, bizon, misk öküzü, mus geyiği. Bunlar, Buzul Çağı'nı sağ salim atlatmış hayvanlardı. Gökdelenden daha yüksek buz yarlarına uzun uzun bakar, karda yiyecek ararken titrer, buzul cephesinden kamçı gibi şaklayan dondurucu esintileri iliklerine kadar hissederlerdi.

Bunu hayal etmek tüylerimi ürpertiyor: 10.000 yılı azıcık aşkın süre önce, Kuzey Amerika'nın yaklaşık yarısı donmuş çorak topraklardı. Bugünün Chicago, New York, Detroit, Toronto, Montreal toprakları yüzlerce metre kalınlıkta buzla kaplıydı. Sırf Amerika'ya özgü bir fenomen değildi bu. Kuzey Avrasya'nın büyük kısmı da buzla kaplıydı. Buzullar Dublin'i, Berlin'i, Stockholm'ü, şu anki evim Edinburgh'u örtmüştü. Ekvator çizgisinin güneyinde Antarktika buz örtüsü, bunun tersini yapamadı, kuzeye ilerleyip kıtalara erişemedi. Tek sebebi, kara kütlelerinin erişemeyeceği kadar uzak olmasıydı. Fakat, And Dağları'nda bü-

yüyen buzullar, Patagonya'nın bir kısmına yayıldı. Güneyin geri kalanı büyük oranda buzsuz olsa da, pek çok bölge soğuyup kurudu. Tuhaf bir çöl tipiydi.

Daha da etkileyici olan husus, bu küresel soğumanın (yaklaşık 130.000 yıl önce başladı, 26.000 yıl önce en soğuk zirvesine ulaştı, yaklaşık 11.000 yıl önce sona erdi), Buzul Çağı *olmamasıdır*. Buzul Çağı'nın evrelerinden biriydi; son 2,7 milyon yılda, (çoğunlukla Pleyistosen denen çağ sırasında) buzulların ilerleyip geri çekildiği düzinelerce devirden bir tanesiydi. Bu döngüler üst üste eklendiğinde, Buzul Çağı dediğimiz şeyi meydana getirir. Buzul Çağı, upuzun bir buz cehennemi olmak yerine, bir lunapark treni gibidir; buzullar kutuplardan kıtalara yayıldığında soğuk dönemler (buzul evre denir), buz eridiğinde sıcak ara dönemler (buzularası evre) yaşanıyordu. Asap bozucu bir lunapark treniydi, çünkü aşırıya varan iklim değişiklikleri, soğuk ile sıcak arasında şiddetli geliş gidişler söz konusuydu. Sırf son 130.000 yılda, Britanya'nın en az birbuçuk kilometre kalınlıkta buza gömüldüğü zamanlar da oldu, aslanların geyik avlayabileceği, su aygırlarının Thames Nehri'nde yıkanabileceği kadar sıcak zamanlar da. İki kutup arasındaki değişiklikler hızlı cereyan etti. Çoğunlukla onlarca ya da yüzlerce yıl içinde. Hatta bazen, insan ömrünün yeteceği süre içinde.

En müthişi, şu basit gerçeklikte: *Hâlâ Buzul Çağı'ndayız*. Sadece buzların çekildiği buzularası evredeyiz. Çok geçmeden, tekrar buzul evreye yuvarlanacağız, buzlar yine Chicago'yu ve Edinburgh'u kaplayacak. Fakat, atmosfere pompaladığımız tüm o sera gazları muhtemelen bu gidişatı bastıracaktır; küresel ısınmanın olumlu, belki de beklenmedik bir yan etkisi.

Dünya tarihinde yalnızca bir avuç dönem, hakiki buzul çağı niteliği taşır. Kutupları kaplayan buzullar aşırı hırsa kapılıp alt enlemlere yayıldığında ve kıta içlerine ilerlediğinde. İklim sisteminin bunu hayata geçirmesi için fevkalade değişiklikler gerekir. Şu anki Buzul Çağı'nın kökeni, Eosen-Oligosen geçişine, 34 milyon yıl öncesine uzanıyor. Geçen bölümde gördüğümüz üzere, bu dönemde Antarktika, Güney Kutbu'nda mahsur kalıp buzullarla dondu. Bu iklim eşiğini geçmek, sera dünyayı soğuk seraya dönüştürdü. Bu değişim, küresel sıcaklıklardaki soğumanın temel hattını oluşturdu. 3,3 ila 2,7 milyon yıl önce Pliyosen'de hava sıcaklığı daha da düştü. Yine bir eşik geçildi ve Kuzey Kutbu'nda büyük bir buz örtüsü tomurcuklandı. Artık iki kutupta da buz örtüleri varken, üstelik bunlar büyüyüp hareket etmek için kıvranırlarken, dünya resmen buzul çağına girmiş oldu.

Pliyosen'de sıcaklıkların düşmesine sebep olan nedir? Başlıca iki etken varmış gibi görünüyor. Birincisinin ipucunu geçen bölüm verdik: küresel sıcaklığı kontrol eden kilit termostatta, yani atmosferdeki karbondioksit miktarında uzun vadeli çöküş. Bunun dolaylı sebebi muhtemelen, son birkaç on milyon yılda

Himalayaların, Andların ve Rocky Dağları'nın yükselmesidir. Dağların boyu uzarken, erozyonlar kaçınılmaz olarak bu dağları budadı. Kayalar aşındıkça çözünürler, karbondioksitle tepkimeye girip yeni mineraller oluştururlar; fiilen karbondioksiti kilit altına alır, atmosferin ısınmasını engellerler. Daha yüksek dağlar, daha fazla erozyon anlamına gelir, dolayısıyla atmosferden daha fazla karbondioksit çekilir, sera etkisi zayıflar, dünya soğur.

Derken, uzun soluklu bu eğilimin üstüne beklenmedik bir coğrafi olay geldi. Dünyayı yeni bir rotaya sokan bu olay, iki yabancı arasındaki tesadüfi kavuşmaydı. Dinozorları öldüren göktaşının öncesinden beri Güney Amerika tek başınaydı. Kendine özgü hayvanları olan bir ada kıtaydı. Keselilerden yana zengindi, ama, plasentalılardan yana eksikti; tembelhayvanlar ve Darwin'in Toynaklıları gibi yerel acayiplikler ile Atlas Okyanusu'nu salla aşıp Afrika'dan gelen kemirgenlerin, primatların torunları hariç. Yaklaşık 2,7 milyon yıl önce Güney Amerika'nın bekârlığı sona erdi. Panama Kıstağı oluştu. Kuzey ve Güney Amerika bir araya geldiler. Michelangelo'nun Sistina Şapeli resminde Tanrı ve Adem'in ellerinin birleşmesi gibi yer kabuğu iğleri birbirlerine yaklaştı. Kuzey ve Güney kibarca temas ederken, yeni Orta Amerika kara köprüsü, Meksika Körfezi'nden akıp geçen, Büyük Okyanus ile Atlas Okyanusu'nu birbirine bağlayan okyanuslar arası akıntıyı kesti. Akışın yönü değişti. Atlas Okyanusu suyunun kuzeye akan kısmı arttı, Kuzey Kutbu'na daha fazla nem taşındı. İlave nem, ilave hammaddenin buz içinde donması anlamına geliyordu. Böylece buzullar şişti.

Kuzey ile Güney arası bu yeni evliliğin, memeliler için doğrudan sonuçları oldu. 100 milyon yılı aşkın süre ayrı kalmış iki diyar, şimdi göç otobanı üzerinden birleşmişti. Memeliler iki doğrultuya da aktı. Berlin Duvarı'nın yıkılışının ardından gelen o coşkulu anlarda Batı Almanlarla Doğu Almanların bir araya gelmesi gibi birbirlerine karıştılar, harmanlandılar. Memeli tarihinde öyle önemli bir olaydır ki gösterişli bir ad verildi: Büyük Amerikan Takası. Kendi ada kıtalarına yerleşmiş Güney Amerika türleri için, hapishane firarından farksızdı. Fakat, birçok firari mahkumun başına geldiği gibi işleri rast gitmedi. Yalnızca bir avucu kuzeyde tutundu, mesela armadillolar, tembelhayvanlar, opossumlar. Milyonlarca yıl önce kuzeyde soylarının tükenmesinden beri Kuzey Amerika kıyılarında yavrularını keselerinde yetiştiren ilk keseli hayvanlar bunlardı. Darwin'in Toynaklıları taşınmayı denedi. *Mixotoxodon* adlı tür kısa süreliğine Texas'ta yaşamış olsa da, varlıklarını devam ettiremediler; nihayetinde Buzul Çağı'nın sonunda kara köprüsünün iki yanında da ölüp yok oldular.

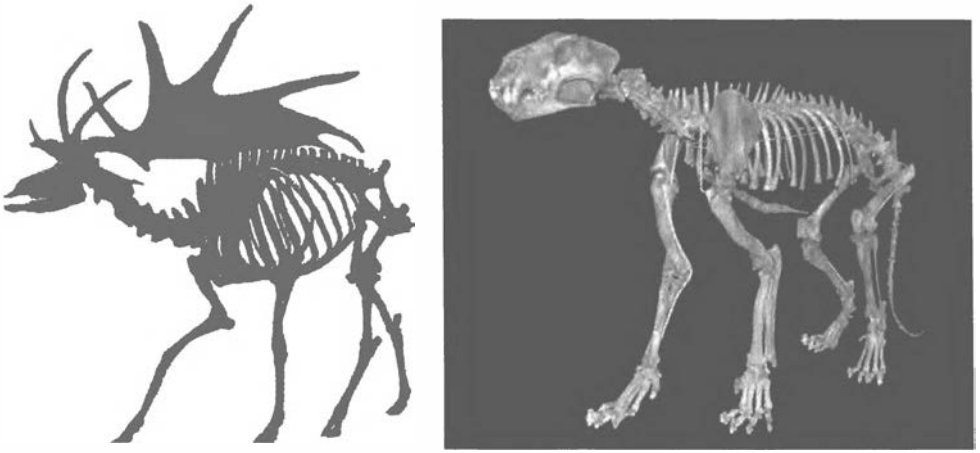
Kuzey Amerika memelilerinin öyküsü çok farklıydı. Onlar açısından, saldırgan bir fetih fırsatıydı. İttire ittire yeni ortama girdiler. Güney Amerika yağmur ormanlarını, otlaklarını ele geçirdiler, yerel canlıları yerinden yurdundan ettiler.

Develer, tapirler, geyikler, atlar dahil toynaklı pek çok memeli, sürüler halinde güneye sökün etti. Bu istilacıların (ki bunlardan türeyenler arasında bugünün en ikonik Güney Amerika memelilerinden ikisi, lamalar ve alpakalar da var) yarattığı baskı, muhtemelen Darwin'in Toynaklıları'nın sonunu getiren sebeptir. Pek çok yırtıcı da güneye taşındı; bugünkü jaguarların ve pumaların, ayrıca güneyli kurtlarla ayıların ataları. Bu hareketlilik durmak bilmez tepe yırtıcısı memelilerin, mesela "keseli kılıçdişli" *Thylacosmilus* gibi sparasodonların ölüm çanını çalmış olabilir, gerçi bir zamanların hükümdarı bu keseli avcılar zaten yokoluşa doğru sürükleniyor gibi görünüyordu.

Bu esnada memeliler ilerleyip birbirine karışırken, okyanus akıntıları kuzeye daha fazla nem taşıyor, buz örtüleri büyüyordu. Derken, buz büyüyüp küçülmeye başladı: Sıcaklıklar yükselip alçalırken, kâh genişliyor kâh büzüşüyordu. Ritmi belirleyen, gök cisimlerinin devirleri, yani gezegenimizin aldığı güneş ışığı miktarını kontrol eden dünya hareketlerindeki minik ve mükerrer çeşitlenmelerdir. Gezegenimizin yörüngesi tam çember çizmez. Elips şekillidir. Elipsin şekli zamanla genişler ve daralır. Dünya, eğimli bir eksen etrafında döner. Eğimin derecesi de zamanla değişir. Dünyayı kendi etrafında dönen bir topaç gibi düşünürseniz, eksen üzerindeki yalpalama miktarı da zamanla değişir. Üç devirde de dünyanın ya da belli kısımlarının, güneşe daha yakın olduğu zamanlar vardır. Böylece dünyaya gelen güneş ışığı o dönemlerde artar. Güneşe daha uzak olduğu zamanlarda ise aldığı güneş ışığı miktarı azalır.

Bu üç faz çoğunlukla uyum içinde değildir; berbat bir lise müzik grubundaki üç müzisyen gibi. Böylece birbirlerinin kapasitesini boğarlar. Gerçi zaman zaman uyum içinde hizalanırlar. İyi müzik yapmak için bas enstrümanın davula ve gitara katılması gibi, soğuk evre devirlerinin örtüştüğü, hep birlikte sıcaklıkları düşürdüğü zamanlar vardı. Sıcaklıklar düşmüş, buz artmış, buz örtüleri kıtalara sarkmıştı. İşte buzul evre. Bu devirlerin uyumu kaybolduğunda, sıcaklıklar yükseldi, buz yine eridi: buzularası evre. Bu devirler daima iş başındadır (biz konuşurken bile), ama ancak oynayabilecekleri yeterince buz olursa karmaşa yaratıp buzul çağının gelişini kolaylaştırabilirler.

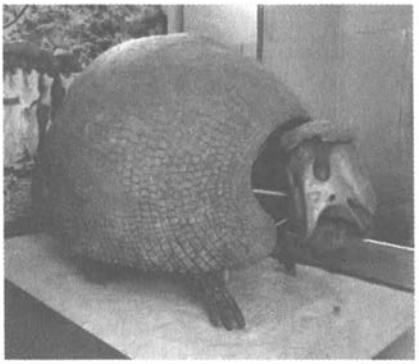
Bir buçuk kilometre derinliğindeki buz tabakası kıtaya yayıldığında, bunun etkileri katlanarak artar. En son buzul hareketine odaklanarak bu duruma güzel bir örnek gösterebiliriz. 26.000 yıl önce zirveye çıkmış bir hareket. Geri çekilirken Kuzey Illinois kırsalını buzultaşlarıyla ve mamut kemikleriyle bezedi. Gök devirleri tekrar uyumlu hale geldiğinde küresel sıcaklıklar, buzularası evredeki yüksek seviyeden en az 12 santigrat derece aşağı düştü. Soğuk hava daha az nem tutar, böylece dünya soğumakla kalmadı, kuraklaştı. Kuzey buz örtüsü genişledi, okyanuslardan daha fazla su emip buzu artırdı, deniz seviyesini 100 metreden fazla düşürdü. Kıta sahanlığının geniş alanları açığa çıktı, o güne dek

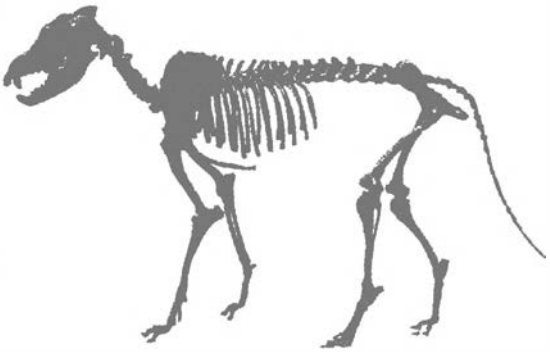


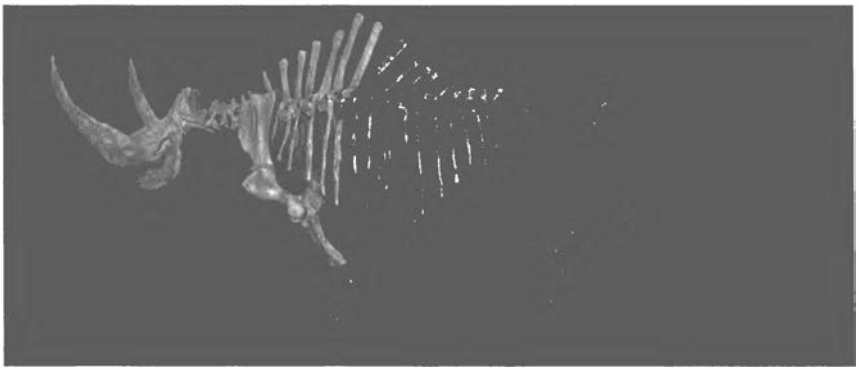
Karizmatik Buzul Çağı megafaunası montajı: İrlanda sığını (yukarıda solda), mağara aslanı (yukarıda sağda), gri kurt (sağ sayfada, üstte sağda), glyptodon (sağ sayfada, üstte solda), tüylü gergedan (sağ sayfada, altta). (fotoğraflar, sırasıyla, Franco Atirador, Arad'dan Tommy, Mariomassone & Momotarou2012, Ryan Somma ve Didier Descouens'e aittir)

bağlantısız olan kara kütleleri arasında bağlantı kurdu; mesela Bering Boğazı üzerinden Asya'yı ve Kuzey Amerika'yı ya da Avustralya'yı ve Yeni Gine'yi bağladı. Buz örtülerinin güneyindeki engin kuşak (Britanya ve İspanya'dan çıkıp bütün Asya kıtasını kateder, Bering Kara Köprüsü'nden sıçrayıp Kuzey Amerika'ya devam eder) yeni bir ekosisteme dönüştü. Mamut Bozkırı denen bu alan suyunu kaybetmiş bir çayırdı; buzulları sıyıran buzlu rüzgârlar yüzünden soğuyordu. Burada sadece en sağlam otlar, alçak çalılıklar, yabani çiçekler, küçük aromatik bitkiler büyüyebiliyordu. Ağaç varsa, bunlar, buzul cephesinden doğan müthiş soğuk ırmakların kıyılarıyla sınırlıydı. Ortalama kış sıcaklıkları, eksi otuz santigrattı; belki daha da soğuktu.

Mamut Bozkırı, Buzul Çağı Dünyası'nda en kapsamlı biyomdu. Yerleşmesi kolay bir mekan değildi. Her zamanki gibi, bazı memeliler bu işin bir yolunu buldu. Pek çoğu devasaydı, inanılmaz kürklüydü. Bunlar tipik megafauna hayvanlarıydı. Aralarında, Thomas Jefferson'a ilham vermiş devler de vardı. En başta, bu ekosisteme isimlerini vermiş olan tüylü mamutların olduğu bariz. Tüylü gergedanların yanı başında yaşıyorlardı; burunlarının üstündeki muazzam boynuzlarıyla ve darmadağın kalın postlarıyla iki tonluk bu canavarlar, hemen hemen çıplak ve neredeyse sürüngenimsi cilde sahip günümüz gergedanlarına hiç benzemiyordu. Canavarımsı bizonları ve son Amerikan atlarını es geçmeyelim. Bir yırtıcı alayı bunlarla besleniyordu; mesela, günümüz aslanlarından







daha iri, daha kaslı mağara aslanları ve inlerde saklanan, kemik yiyen sırtlanlar. Çalımsı kürkün ve koca göbeğin, bu megafauna memelilerini soğuktan nasıl koruduğunu anlamak kolay.

Buzulların daha da güneyinde yer alan ılımlı çevresel ortamlar, keza kayda değer bir fauna barındırıyordu. Burada basık suratlı ayılar yaşıyordu. Boyları üç buçuk metreydi, kiloları bir tondan ağırdı (gelmiş geçmiş en iri, en belalı ayılardı). İnsandan iri olan, keski dişli kunduzlar vardı. Jefferson'ın *Megalonyx*'i gibi yer tembelhayvanları da yaşıyordu. Bunlar arka bacakları üzerinde dikildiğinde, bir kat yüksekliğindeki ağaç dallarına ulaşabiliyorlardı, sıçramaksızın basketbol potasına smaç basabilirlerdi. Kılıçdişli kediler, çitanın Amerikan versiyonu, ulu kurtlar, yanlış isimlendirilmiş "İrlanda sığını" da buradaydı (bu geyiğin boynuzlarının iriliği öyle saçma bir boyuta ulaşmıştır ki çılgın bir estetik cerrah tasarlamış gibi görünür).

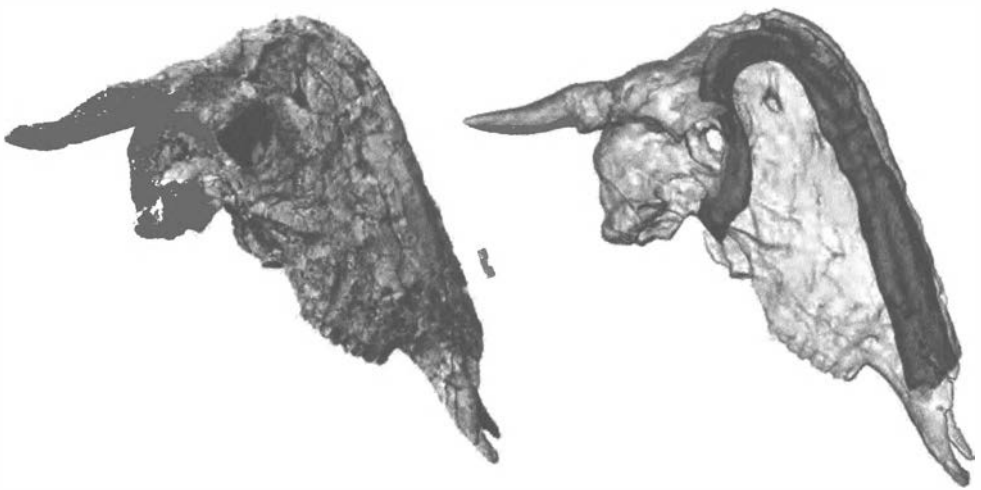
Başka yerlerde, buzulların kış dokunuşundan uzakta, Güney Yarımküre memelileri de soğuğa ve kuru şartlara göğüs germek zorundaydı. Üstelik bu hayvanların da birçoğu kocamandı. Avustralya'yı, akıl almaz ebatlara ulaşmış

keseliler mesken tutuyordu. *Diprotodon* gibi üç ton gelen vombatlar, gelmiş geçmiş en iri keseli hayvanlardı. Basık suratlı kangurular, 225 kiloluk bedenlerinden ötürü zıplayamayacak kadar şişmandı. Geçen bölümde gördüğümüz, gerçek plasentalı aslanlar kadar büyük olan "keseli aslanlar," bir nevi korkunç aslan-sırtlan meleziymişçesine avını öldürüp çiğnemeye yarayan cıvata keskisi misali küçük azıdişleriyle donanmıştı.

Güney Amerika'da glyptodon denen armadillolar vardı. Ebatları ve şekilleri Volkswagen'in Tosbağa modeline benziyordu. Panama kara köprüsünün öbür yakasında yaşayan Jefferson'ın *Megalonyx*'inden daha iri yer tembelhayvanlarıyla yan yana yaşıyorlardı. Ayrıca Darwin'in Toynaklıları'nın en sona kalanı ve en tombulu, birkaç bölüm önce gördüğümüz üzere proteinleri neyse ki bozulmadan günümüze ulaşabilmiş bir buçuk tonluk *Toxodon*, Darwin'i afallatan bu güney toynaklılarının, atlarla ve gergedanlarla akraba olduğunu kanıtlıyor.

Afrika'da da etkileyici hayvanlar yaşıyordu. Mesela *Pelorovis* denen iki tonluk sığır. Gelmiş geçmiş en etli butlu sığırlardı. Eğri boynuzları pala bıyığa benziyordu. Gerçi *Rusingoryx*'den tuhafı yoktu: kubbe şekilli, şişkin, ama içi boşluklu ağzıyla bir tür öküz başlı antilop. Kubbenin içini görmek ve işlevini anlamak maksadıyla kafataslarından birini BT cihazıyla taramış olan Haley O'Brien, bu hayvanı bana, "Suratıyla osuruk sesleri çıkarabilen bir öküz başlı antilop" sözüyle betimledi. Elbette bu seslerin amacı, birbirleriyle iletişim kurmaktı.

Buzul Çağı sırasında nerede olursanız olun, buzullarla aranızdaki mesafe ne kadar olursa olsun, tuhaf, etkileyici, kabarık tüylü, en önemlisi de kocaman



Öküz başlı Afrika antilobu ***Rusingoryx***: Kafatası fotoğrafı ve BT taraması, içerideki boş yapıyı ve çember çizen burun kanallarını gösteriyor. (görseller Haley O'Brien'a aittir)

memeliler yaşıyordu. Memeli ihtişamı çağıydı ve dünya tarihi saatinde, yalnızca birkaç tık öncesiydi.

***

Buzul Çağı megafaunası içinde, en fazla ilgiyi iki hayvan çekiyor. Mamutlar ve kılıçdişli kaplanlar. Bunlar dönemin süperstarlarıdır; müzelerde en fazla rağbet gören sergi hayvanları onlardır. Mecaz haline gelmişlerdir (iri sözcüğüyle eşanlamlı olarak "mamut*" sözcüğüne yaygınlık kazandıran kişi bizzat Jefferson'dı), resmen Hollywood yıldızlarıdır. Uzadıkça uzayan *Buzul Çağı* filmi serisinde Mamut Manny'nin ve Kılıçdişli Kaplan Diego'nun başrolde olmaları hiç şaşırtıcı değil. Tüm ünlülerin başına geldiği gibi, mamutlarla ve kılıçdişli kaplanlarla ilgili bol bol yanlış anlama kol geziyor. Buz Devri'nin bu iki ikonunun gerçek biyografisine bakalım.

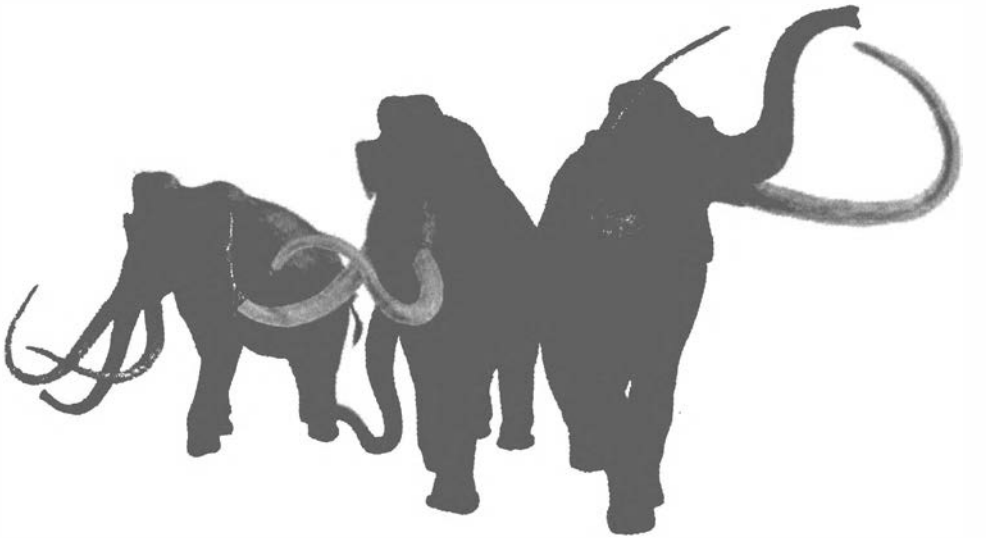
Mamutlar muhtemelen, soyu tükenmiş hayvanlar arasında en iyi anlaşılmış olanıdır, nokta. *T. rex*'in ya da *Brontosaurus*'un aksine, ya da bu kitap boyunca işlediğimiz diğer tüm tarihöncesi memelinin aksine, mamutların nasıl göründüğünü tam olarak biliyoruz. Çünkü bizler (*Homo sapiens* atalarımız ve Neandertal kuzenlerimiz) onları kanlı canlı gördük, mağara duvarlarına sürekli resimlerini çizdik. Fransa'da ve İspanya'da küçük mağaralar, mamut resimleriyle bezelidir: insan duvar yazısının ilk biçimleri. Öyle görünüyor ki Jefferson gibi atalarımız da mamutları kafaya takmıştı.

Bu çizimler şaşırtıcı nispette isabetlidir. Bunu biliyoruz, çünkü Sibirya'da ve Alaska'da bulunmuş gerçek mamut leşleriyle karşılaştırabiliriz. On binlerce yıl derin dondurucuda kalmış olan bu hayvanlar sırf iskeletten çok daha fazlasını içeriyor. Kılla kaplı bu buzdan mumyaların kasları hâlâ kemikleri örtüyor, kalpleri, akciğerleri ve başka iç organları yerinde, göz yuvarları göz çukurundan bakıyor, cinsel organları açığa çıkmış, hatta son öğünleri bile işkembelerinde. Sandığınız kadar nadir de değiller. Kuzey Kutup Bölgesi'nde on binlerce mamut var, belki daha fazlası. Permafrost denen donmuş topraklar erirken, çikolatalı dondurma eridiğinde oluşan birikinti içindeki cevizler gibi dökülüyorlar. Bu da küresel ısınmanın yine beklenmedik bir yan etkisi; tundrada mamut dişi bulup fildişi karaborsasında satanlar için kazançlı bir durum.

Sizler bu satırları okurken, tümen tümen Rus "mamut avcısı" iz sürüyor, eskinin altın madencileri gibi kır saçlı adamlar, içlerini votkayla ısıtıyor, komünist dönem sonrası yoksulluktan yakayı sıyırmalarını sağlayacak voliyi vurmaya çalışıyorlar. Zorlu bir iş. Avcılar, ırmaklardan su çekmek ve permafrostu patlayıcıyla parçalamak için itfaiyeci teçhizatı kullanıyor, ırmak kıyılarını çökertiyor,

---

* Kitapta, *mammoth*: İngilizcede devasa, büyük, geniş kapsamlı anlamlarına da gelir. *–y.h.n.*

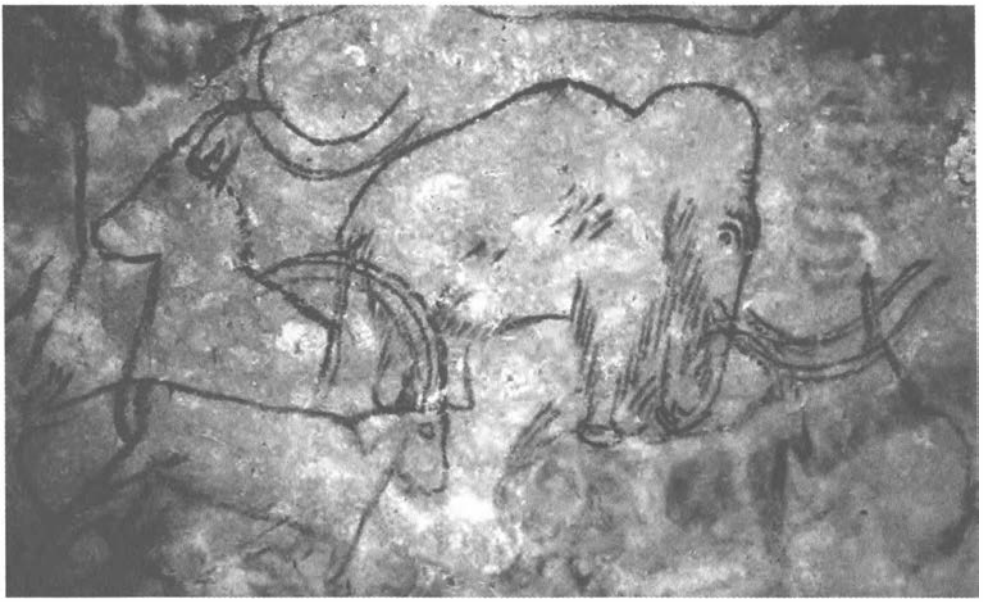


Kolombiya mamutları. (Todd Marshall)

çevreyi kirletiyorlar. Aynı zamanda tehlikeli bir meslek: Avcılar fildişlerine ulaşmak için tünel kazıyor, permafrost içinde her an çökmeye meyilli derme çatma derin mağaralar açıyorlar. Ya yaralanırsanız? Şanslıysanız, yüzlerce kilometre ötede belki bir hastane vardır. Günler süren bir yolculuğun ardından hastaneye ulaşabilirsiniz. Dahası, yaptığınız iş yasadışıdır.

Mağara resimleri ve Kuzey Kutup Bölgesi mumyaları, gerçek tüylü mamutların aslına uygun bir imgesini sunuyor. Aşağı yukarı günümüz Afrika filinin ebadındalardı: Erkeklerin omuz yüksekliği yaklaşık üç metreydi ve ağırlığı altı tondu. Dişiler azıcık daha ufaktı. Uzun boylu ve kompaklardı; kubbeli kafaları, kambur omuzları, eğimli sırtları, koca göbekleri ve sağlam uzuvlarıyla bu hayvanları bozkırdaki diğer hayvanlarla karıştırmak mümkün değildi. Ön kısımları fazla gelişkindi: İki uzun kavisli fildişi surattan dışarı doğu çıkıntı yapıyordu, ama erişteye benzeyen kuyrukları kısa bir uzantıdan ibaretti, belli ki soğuk ısırığına maruz kalmasın diye minik tutulmuştu. Aynı sebeple kulaklar da ufaktı; günümüz fillerinin çanak antenlerinden çok daha küçüklerdi. Bugünkü kulaklar, tam zıt etki sağlamak, yani hamam misali savananın ısısını vücuttan atmak için aşırı büyüktür.

Bizim fillerimiz ile tüylü akrabaları arasındaki en somut fark, açıktır ki kıldır. Tüylü mamutlar kılla örtülüydü: Her biri doksan bir santimetre uzunluğa varan dıştaki koruyucu dağınık kıl tabası, daha kısa ve kabarık astarı sarıyordu. Kıl, haddinden geniş yağ bezleriyle ilişkiliydi. Bu bezler, suya geçit vermeyip yalıtımı güçlendirmek amacıyla sıvılar salgılar. Filmlerde ve kitaplarda çoğunlukla



Paleolitik dönem insanlarının yaklaşık 13.000 ila 11.000 yıl önce Fransa'nın Rouffignac Mağarası'nda çizdiği mamut ve dağ keçisi resimleri.

birörnek kahverengi ya da turuncu olarak resmedilse de, mamutların kıl rengi çeşitliliği tıpkı insanlarınkine benzer. Kılların rengi sarıdan, turuncuya, kahverengiye, siyaha uzanıyordu. Bazı kıllar öyle açık renkliydi ki saydam gibiydi. Kimileri ise iki renkliydi; aynı saç telinde birden fazla renk tonunun karışımı. Açık ve koyu renkli kıllar aynı hayvanda yan yana var oluyordu; açık renkli ya da renksiz kıllar özellikle astar kısmında yaygınken, dış posttaki kıllar daha koyu renkliydi. Bazı mamutların alacalı bulacalı, kırçıl görünüşü vardı; kimileri iç içe geçmiş renk yamalarının benekli bir postuna sahipti. Genelde açık renkli kürke sahip mamutlar, koyu renklilerden çok daha nadirdi. Bu durum tuhaf görünebilir, çünkü günümüzün pek çok Kuzey Kutup Bölgesi memelisi (mesela kutup ayıları), karda kamufle olmak için bembeyaz kürklüdür. Şaşıracak birşey yok: Mamutlar buzulda değil, muhtemelen yalnızca kışın kar tutan bozkırlarda yaşıyorlardı.

Tüm bunları nasıl bilebildiğimizi merak ediyor olabilirsiniz. Bunun sebebi kısmen, mumyalardaki kılların bozulmadan kalmış olması, dolayısıyla bizim bu kılları fiziken gözlemleyebiliyor olmamızdır. Fakat, kıl rengiyle ve mamut biyolojisinin birçok veçhesiyle ilgili bir ipucu daha var: genleri. Mumyalar öyle iyi muhafaza edilmiş ki genetik malzeme de içeriyorlar: ölü bir türden gelen DNA! Modern bilimin en kayda değer işlerinden biri kapsamında, 2015 yılında

genetikçiler bütün mamut genomunun haritasını tamamladı. Mamut türünü inşa etmiş, işlevsel hale getirmiş, soyunu devam ettirmiştir üç milyar baz çiftini, yani hücre çekirdeğindeki kodu yazan A, C, T, G harflerini aşan bir envanter yayımlandı. Sarsıcı ama gerçek: Çoğu canlı memeliye kıyasla mamut DNA'sı hakkındaki bilgimiz daha kapsamlı.

Mamut genomu pek çok sırrı açığa çıkarıyor. Babalık testine tabi tutulduğunda ve aile ağacı kurmak için kullanıldığında, DNA'ları, mamutların gerçekten de fil olduğunu teyit ediyor. Aslında bunlar hayli ileri tipte filler, öyle ki aile albümünün derinlerine yuvalanmışlar. Afrika fillerine kıyasla bugünün Hindistan fillerine daha yakınlar. Jefferson'ın mamutlarla aynı kümeye aldığı, Buzul Çağı'nın yine ünlü bir kalınderili grubu olan mastodonlar ise uzak akraba bir soy. Hakiki fil olmaktan ziyade, onların arkaik kuzenleri. Bir araştırmaya göre tüylü mamut DNA'sının yüzde 98,5 gibi çarpıcı bir oranı Afrika fillerininkiyle ortak. Aralarındaki farkların çoğu, mamutların soğukta yaşamasını mümkün kılan belirli özelliklerle ilişkili. Genetikçiler, mamut kulaklarını ve kuyruklarını ufaltan, yağ bezlerini irileştiren, kıllarını bollaştıran, bedenlerini yağla yalıtan genleri tespit etti. Sirkadiyen ritimlerini değişikliğe uğratan genler de vardı. Bu tadilatlar sayesinde yüksek enlemlerdeki uzun kışların karanlığında çoğalabildiler, sıcaklık sensörlerini soğuktan donmayacak şekilde ayarladılar; hemoglobinlerini kanları buz gibi havada yeterince oksijen taşıyabilecek şekilde dönüştürdüler.

Bu genetik mutasyonlar önemli adaptasyonlardı, çünkü mamutlar, daha sıcak iklimlerden göç etmiş olan fillerden evrimleşti. Tüylü mamut (teknik adı, *Mammuthus primigenius* türüdür), yegâne mamut değilse de bir zamanların kalabalık ailesinin son üyesiydi. Mamutlar yaklaşık 5 milyon yıl önce Afrika'da, Pliyosen sırasında ortaya çıktı. Kuzey Kutbu buz örtüsünün kıtalara yayılmaya başladığı dönemin öncesiydi. Birkaç milyon yıl sonra kuzeye geçtiler, Avrupa'ya ve Asya'ya dağıldılar, yeni topraklara ilerlerken yeni türlere can verdiler. Yaklaşık 1,5 milyon yıl önce bu mamut türlerinden biri, deniz seviyesinde buzulların tetiklemesi sonucu yaşanan düşüş sırasında Bering Kara Köprüsü'nü aşıp Kuzey Amerika'ya ulaştı. Burada Kolombiya mamutuna dönüştü. Derken, bir milyon yılı azıcık aşan bir süre sonra, aynı atasal Asya hayvanları, deniz seviyesinin yine düştüğü bir dönemde Kuzey Amerika'ya tekrar girdi. Bunlar, tüylü mamutlara dönüştü; Kuzey Amerika'ya gelen *son* megafauna göçmenlerinden biriydi. Tüylü mamutlar, oradaki Kolombiya mamutlarıyla karşılaştı. İki tür bir anlaşmaya vardı: Tüylü mamutlar çoğunlukla buzulların çeperinde bozkırları mesken tutarken, Kolombiya mamutları güneydeki daha sıcak otlakları yeğliyordu. Ara sıra Kuzey Amerika'nın orta kesimlerinde bir araya geliyorlardı. İki türün de günümüze ulaşmış genetik malzemesinin gösterdiği üzere, DNA'ları hâlâ çiftleşmelerine elverecek kadar ortaktı.

Daha sıcak olan Afrika'daki yuvalarından uzakta, vücut sıcaklığını koruması gereken, iri gövdeli, hızlı metabolizmalı bu tüylü mamutlar doymak bilmez bir iştah geliştirdi. Günümüz filleri günde 135 kilograma varan miktarda bitki yiyebilir. Mamutlar en az bu kadar yemiş olsa gerek, belki daha fazla. Fırsatçı bozkır otçullarıydı bunlar. Buz mumyalarının işkembe içeriklerinin gösterdiği üzere, özellikle yazın uzun büyüme mevsiminde otları ve çiçekleri (mesela düğünçiçeklerini) yeğliyor, kalan kısmı yapraklarla, dallarla ve kışın ağaç kabuklarıyla takviye ediyorlardı.

Gözde gıda maddelerini elde edip mideye indirmek için birtakım gereçleri vardı. Birincisi fildişleriydi. Göz korkutucu görüntüsüne rağmen bu dişler, silahtan ziyade kar küreği niyetiyle, otları temizlemek, kökleri ve yumru kökleri sökerken toprağı bellemek için kullanılıyordu. Fildişleri (üst çenenin tadil edilmiş ilk kesicidişleri) devasaydı. Uzunluğu 4,2 metreye varıyordu, dışa doğru kavisliydi, şık bir kıvrımla yukarı dönüyordu. Bu dişler, mamutun ömrü boyunca her yıl birkaç santim uzuyordu. Bazı bakımlardan, ellerimize benzerler: Mamut popülasyonlarında ebatları, şekilleri muazzam çeşitlilik sergiliyordu, üstelik asimetriklerdi, belki de sağlaklığa ya da solaklığa işaret ediyordu.

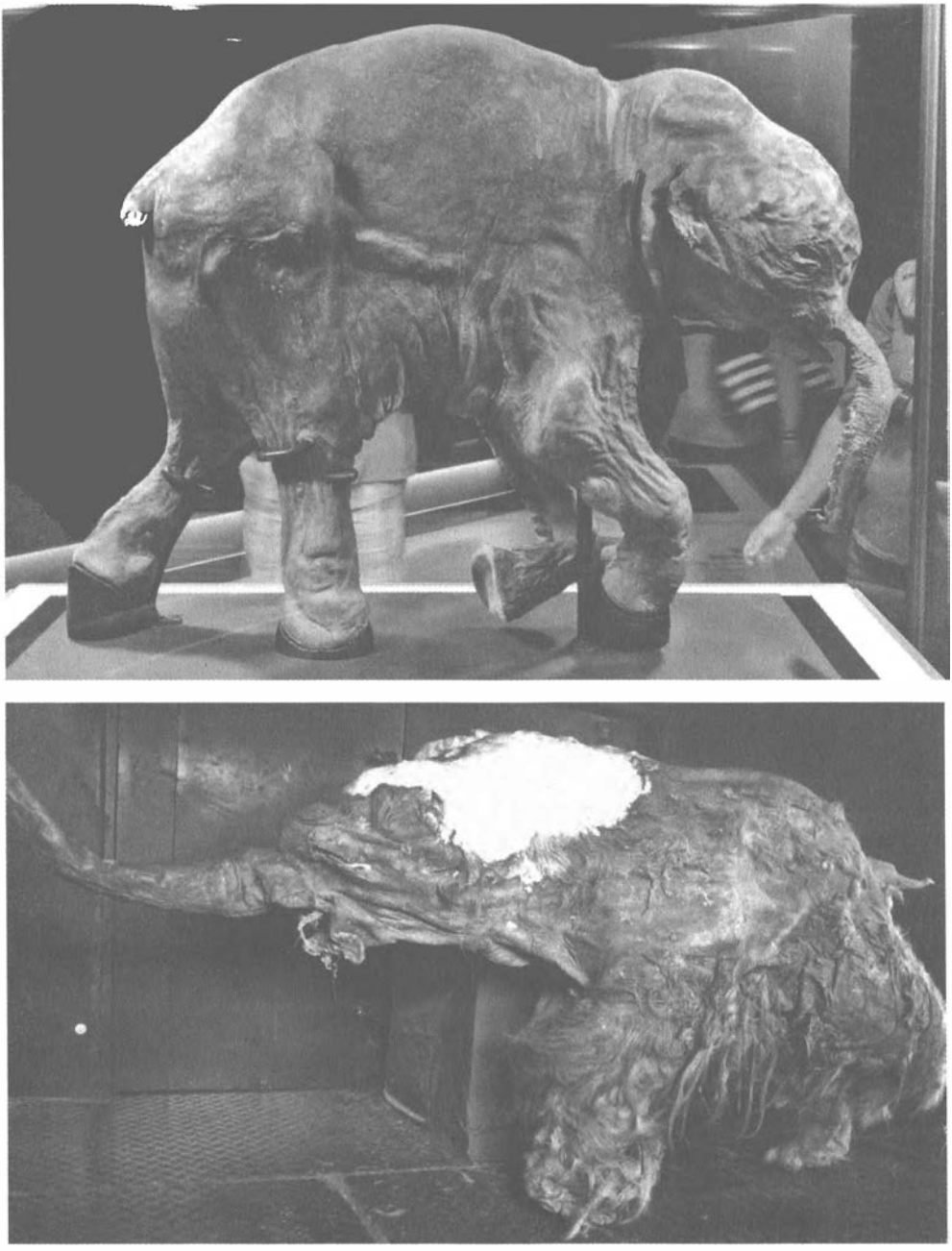
Fildişleri gıda topladığında, gıdayı öğütmek azıdişlerinin işiydi. Azıdişleri kocaman (en irisi yaklaşık otuz santim uzunluğunda, aşağı yukarı iki kilo ağırlığındaydı) ve karmaşıktı. Bitki öğütmeye yarayan paralel diş minesi sırtlarının yüzeyi tırtıklıydı. Stono köleleri, bataklıktan "öğütücü" mamut dişlerini çıkarıp bir Kuzey Amerika fosil memelisinin ilk kaydını başarıyla gerçekleştirdiklerinde, bunların file ait olduğunu bu kesin morfoloji (ebat, şekil, sırt) sayesinde anlamışlardı. Tıpkı bugünün filleri gibi, ağızda yalnızca dört azıdişi bulunuyordu (her çenede iki tane), yeni dişler taşıyıcı bantta ilerler gibi arka taraftan sürekli çıkıyordu. Mamut azıdişlerinin ilginç bir yanı daha bulunuyor. Uzunlardı. Bu özelliği anlatan bir sözcük var. Son bölümde gördük: hipsodonti. Dolayısıyla mamutlar, Miyosen döneminde Amerikan Savanaları'ndaki atların yaptığını yapıyordu: Dişleri ilaveten uzamıştı, böylece aşınma ancak yavaş yavaş gerçekleşiyordu. Otlar gibi aşındırıcı bitki örtüsünü yemeye dönük bir adaptasyondu.

Mamutlar toplumsal hayvanlardı. Ot öğünlerini gruplar halinde yerken birlikte vakit geçiriyorlardı. Kanada, Alberta'da bir mevki, bir mamut sürüsünün yemek tabağı boyutundaki ön ve arka ayaklarının izlerini muhafaza ediyor. Belli ki buzul cephesinden esintiyle gelen tozun oluşturduğu kum tepelerinde yürümüşler. İri yetişkinlerin, orta boy yetişkin adaylarının ve ufak yavruların izleri neredeyse eşit oranlarda birbirine karışmış. Bu izlerin çoğunun dişilere ait olduğuna inanmak için sağlam sebepler var. Günümüz filleri anaerkildir. Anneler ile yavrularından meydana gelen küçük sürüler halinde örgütlenmişlerdir. Erkekler yavruyken sürünün parçasıdır. Ergenlik çağına gelince, sürüden

ayrılırlar, bağımsızlıklarını kazanırlar ya da bekâr sürülerine katılırlar. Mağara resimleri, klasik dişi özellikleri taşıyan, bir araya gelmiş ufak boyutlu mamut gruplarını tasvir ediyor; insanların kayıt altına aldığı ilk hayvan toplumsal yaşamı örneklerinden biri.

Mamutlarda ne annelik ne de çocukluk kolay. Bunu, Yamal Yarımdası'nda 2007'de keşfedilmiş bir aylık yavrunun müthiş korunmuş buz mumyasından biliyoruz. Bu yarımada, Sibirya'dan Kuzey Buz Denizi'ne uzanan donmuş bir parmaktır. Kadavrayı (iri köpek ebadındaydı), Nenets halkından Yuri Khudi adlı bir rengeyiği çobanı tespit etti. Önce el koyup kısa süreliğine evinde muhafaza etti, ardından iki kar aracıyla takas etti. Yaban köpeklerine kısmen yem olduktan sonra kurtarılıp bir müzeye yerleştirildi. Yuri'nin eşine ithafen Lyuba adı verildi. Yaklaşık 41.800 yıl önce bu yavru, ırmağı geçerken telef olmuş, çırpınmaları işe yaramayınca ırmak kıyısında çamura saplanmış, akciğerlerini dolduran soğuk, ıslak çamur yüzünden nefessiz kalarak boğulmuş. Ömrü kısa ve zorluydu. Acımasız Mamut Bozkırı'nın sebep olduğu bir zaiyattı. Fakat, bu yavru ölünce mamutların büyümesine ve gelişimine ışık tutan bir zaman kapsülüne dönüştü; kaderin cilvesine bakın, mamutlar klonlanacak olsa, koca türü diriltebilir.

Lyuba ufak tefektir: St. Bernard köpeği ebadında bir yavrudur. Doğum ağırlığı doksan kilo civarındaydı. Başına bu aksilik gelmemiş olsa, altmış yıllık ömründe dört tonluk yetişkine dönüşürdü. Yaşam süresi yetişkin mamut kemiklerindeki ve savunma dişlerindeki büyüme halkaları sayılarak belirlenir. Ağaç gövdelerindeki şeritler gibi bunlar da senede bir kez oluşur. Mamut gebelikleri bir yılı aşkın süre devam ediyor, muhtemelen modern fillerdeki gibi yirmi bir ila yirmi iki ay sürüyordu. Çiftleşme mevsimi olasılıkla yazın ya da güzündü. Doğumlar bahar ya da yaz mevsiminde gerçekleşiyordu. Bunu, dünyaya geldikten birkaç hafta sonra boğulan Lyuba'nın öldüğü mevsimden biliyoruz. Karnı doluydu; ama, yetişkin memeli midesi gibi bol miktarda otla dolu değildi, çünkü Lyuba hâlâ meme emiyordu. Muhtemelen birkaç yıl daha anne sütüyle beslenecek, ömrünün ikinci ya da üçüncü yılında bitki yemeye başlayacaktı. Başka yavru mamut fosilleri, bu sütten kesilme anını, kemiklerinin ve dişlerinin izotop alaşımındaki değişiklik olarak kayda geçirmiştir. Günümüz filleri daha erken sütten kesilir; mamutlarda sütten kesilmenin gecikmesi olasılıkla, daha soğuk ve karanlık yaşam ortamlarında azalan gıda niteliğinin ve niceliğinin neticesiydi. Gerçi Lyuba salt süt sindirmiyordu. İşkembesinde dışkı malzemesi kalıntıları da bulundu: Olasılıkla annesinin dışkısını yiyordu. Kulağa iğrenç gelse de, pek çok memeli yavrusu için normaldir, zira yavruların bağırsak bakterilerini tesis etmesini sağlar.



Sibirya permafrostunda donmuş halde bulunmuş tüylü mamut mumyaları: Lyuba (üstte) ve Yuka (altta). (fotoğraf, sırasıyla, Ruth Hartnup ve Cyclonaut'a aittir)

Doğa Lyuba'nın icabına bakmış; ama, o ırmağın kıyısında çamura saplanmamış olsa, nihayetinde yırtıcıların eline düşebilirdi. Mamut Bozkırı etçillerden geçilmiyordu (mağara aslanları, sırtlanlar, kurtlar, ayılar) ve mamutlar leziz birer öğündü. Sağlıklı yetişkin mamutlar öyle iriydi ki en vahşi yırtıcılar bile onlarla başa çıkamazdı. Bunun yerine yavruları, hastaları hedef alıyorlardı. Tam boy mamutları avlayabilecek belki ama belki tek bir et düşkünü canavar olabilirdi.

***

Fosiller hakkında, onları nerede bulabileceğimiz hakkında düşündüğünüzde, doğrudan bir Discovery Channel klişesine kapılabilirsiniz. İsimsiz bir ıssızlıkta çorak topraklar; Indiana Jones gibi görünen adam, fırçasıyla kemiklerden kum temizliyor. Ara sıra duraklıyor, alnındaki teri siliyor. Muhtemelen Los Angeles'ın ortası aklınıza gelmez. Oysa Hollywood'un güneyine arabayla beş dakika mesafede ve Beverly Hills'in hemen doğusunda, dünyanın en inanılmaz fosil mezarlarından biri var.

Buzul Çağı'nda, San Fernando Vadisi'nde ve Hollywood Tepeleri'nde canavarlar kol geziyordu. Tom Petty kusuruma bakmasın ama, vampir gibi görünen memeliler San Fernando Vadisi'nden geçiyor, muhtemelen bugünün Ventura Bulvarı üzerinden batıya (ve olasılıkla doğuya) ilerliyorlar, Mulholland Yolu'nun engebeli topraklarında sessizce dolanıyorlardı (ya da en azından avlarını tuzağa düşürüyorlardı).* Bunlar büyük kedilerdi. Çenenin altında çıkıntı yapan tehditkâr köpekdişleri bıçağa benziyordu.

Kılıçdişli kaplanlar.

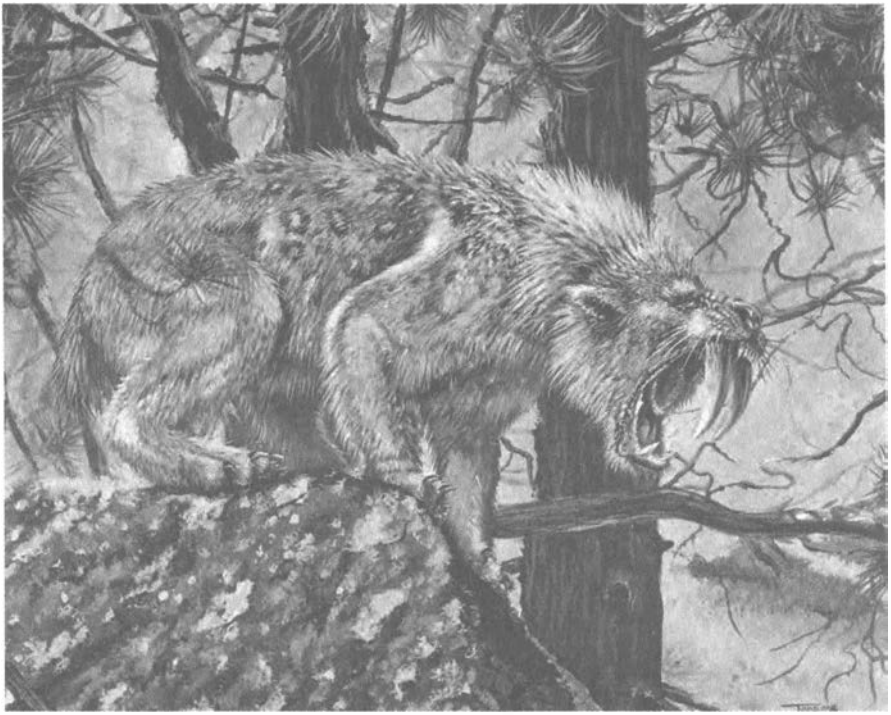
40.000 ila 10.000 yıl önce son buzul yayılımı sırasında pek çoğu tuzağa yakalandı. Bugünün La Brea mahalinde yüzeye katran sızınca onlarca mamut, bizon, deve ve Jefferson'ın dev tembelhayvanları sinek kağıdına takılır gibi kapana kısıldı. Bedava yemek sanıp gafil avlanan birçok kılıçdişli de katrana yapışıp kaldı: En az iki bin tanesi derhal "Serbest Düşüş"e† geçti. Bu rakama, günümüzün rağbet gören turist mevkisi La Brea Katran Çukurları'nda bulunmuş iskelet sayısından hareketle ulaşıyoruz. Katran, bu hayvanların kemiklerini mumyaladı, çürümeye dayanıklı hale getirdi, Buzul Çağı'nın bu en ünlü yırtıcısının eşsiz bir kaydını oluşturdu.

Kılıçdişli kaplanlar. Bu isim korku saçıyor, bilinçaltımızda tedirginlik yaratıyor. Muhtemelen atalarımızdan miras kalmış bir duygu. Ne zaman ava

---

* Tom Petty'nin sözlerinde Ventura Bulvarı ve Mulholland Yolu geçen *Free Fallin* şarkısına ithafen: "And all the vampires walkin' through the valley, move west down Ventura Boulevard [...] I wanna lide down over Mulholland." *–y.h.n.*

† Tom Petty'nin *Free Fallin* şarkısına ithafen. *–y.h.n.*



Kılıçdişli *Smilodon*. (fotoğraf Todd Marshall'a aittir)

çıksalar, meyve toplamaya gitseler ya da Buzul Çağı dedikodusu yapsalar, pala ağızlı bu iblislerin bir yerlerde pusuya yattığını biliyorlardı. Hiç şüphesiz imalı bir isimleri olsa da, bu isim yarı gerçek, yarı sahtedir. Açıktır ki kılıçdişli kaplanların dişleri yerine kılıçları vardı: Üst çenedeki iki köpekdişi neredeyse otuz santim uzunluktaydı. La Brea kılıçdişlisinin resmî adı *Smilodon*, "neşter diş" anlamına gelir. Bunun sağlam bir sebebi var: Bu köpekdişleri kocamandı, keskindi, oldukça inceydi, tıpkı cerrah bıçağı gibi. Fakat, *Smilodon* kaplan değildi. La Brea kemiklerinden ve *Smilodon*'un Kuzey ve Güney Amerika'daki menzillerinden elde edilmiş DNA, kılıçdişlinin kedi olduğunu doğruluyor, ama, en az 15 milyon yıl önce aile ağacından dal vermiş arkaik bir ailenin üyesiydi. Günümüz Sibirya ve Bengal kaplanlarının ancak uzaktan akrabasıydı.

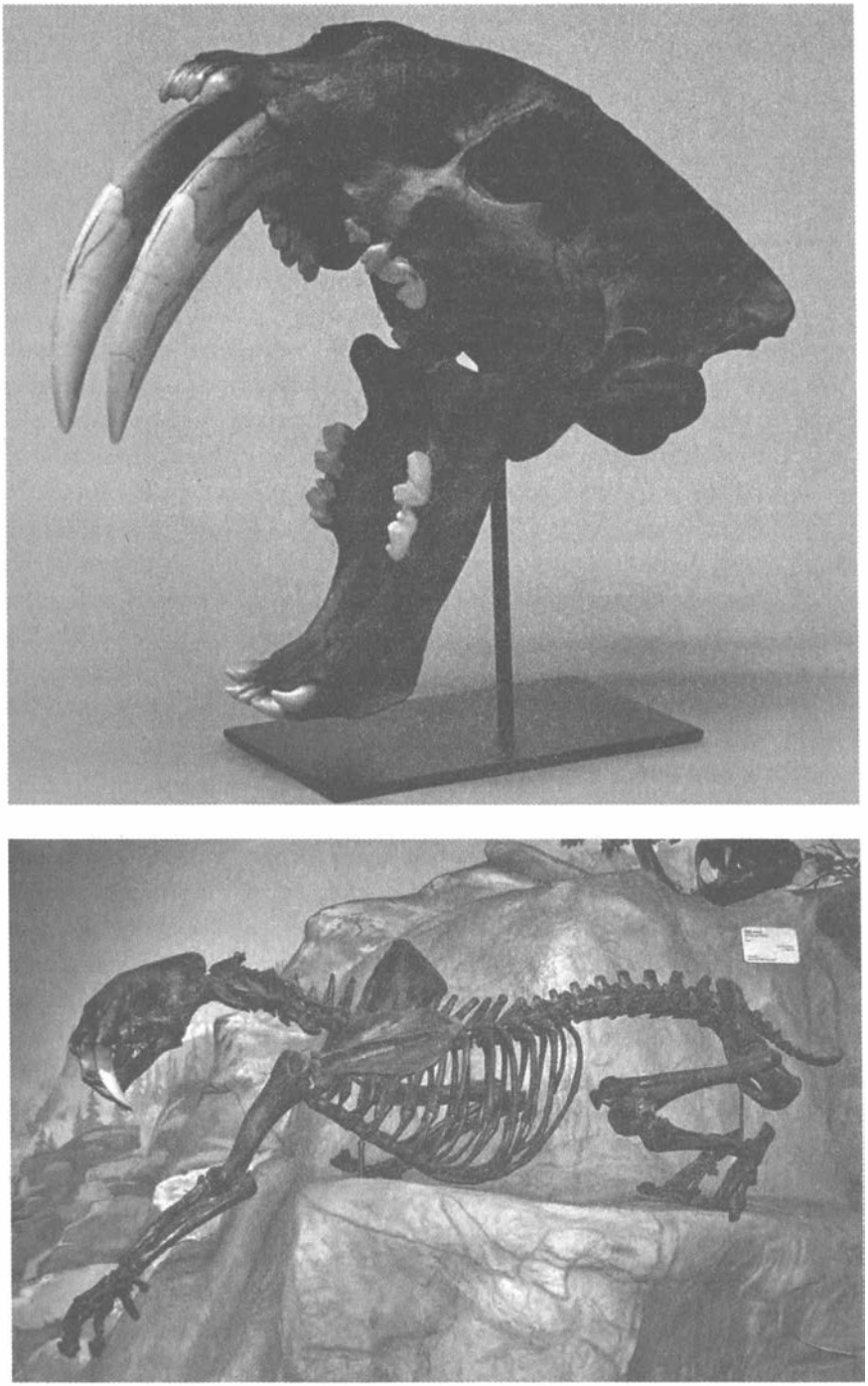
Smilodon, türünün son üyesiydi. Kılıçdişli ailesi bir hanedandı. Kökleri Miyosen'e uzanıyordu. Uzun süreli evrimsel saltanatlarında düzinelerce türe can verdiler. Başlarda etkinlik sahaları Avrupa ve Asya'ydı, ama Pliyosen sırasında (buz örtüleri kıpırdamaya başlamadan önce), bir tanesi Kuzey Amerika'ya ulaştı. Göçmenimiz irileşti. Yeni topraklara açıldı. Buz örtüleri genişlerken iki türe ayrıldı: La Brea belalısı *Smilodon fatalis* ve daha da iri *Smilodon populator*. İkinci

tür, yaklaşık bir milyon yıl önce Büyük Amerikan Takası'nda yer aldı, Panama kara köprüsünü aşıp Güney Amerika'ya girdi. Günümüz Afrika aslanı boyutlarında olan, ama, daha yapılı olup 400 kilo çeken *Smilodon populator*, gelmiş geçmiş en büyük kedilerden biridir. Kıymetli bir rakibi vardı: *Smilodon fatalis*. La Brea kılıçdişlisi de Orta Amerika'yı geçti. Çifte bir istilaydı. Tembelhayvanlar, armadillolar, Darwin'in Toynaklıları, Güney Amerika keselileri savunmaya geçmek zorunda kaldı. İki kılıçdişli sıkıntılı bir ateşkes yaptılar. *Fatalis*, And Dağları'nın batısında, Büyük Okyanus kıyısında kol gezerken, *populator* ise Güney Amerika'nın doğu topraklarını mesken tuttu. Zaman zaman yolları kesişti. Sonucu tahmin edebilirsiniz. Fakat, kuzeyde *Smilodon fatalis*'in bu tür endişeleri yoktu. Kuzey Amerika ona kalmıştı.

Smilodon fatalis korkutucu bir hayvandı. Ne kadar anlatsak az gelir. Güney Amerikalı kuzeni *Smilodon populator*'dan ufaktı, ama çok da değil. Yaklaşık 280 kilo gelen *fatalis*, günümüz Sibirya kaplanıyla aşağı yukarı aynı ağırlıktadır, gerçi kemikleri daha sağlamdı, vücudu daha cüsseliydi, daha kaslıydı, uzuvları daha yapılıydı. Hormonlu kaplan derseniz, işte o *Smilodon fatalis*'tir. Başıboş gezinirken yüksek omuzları sırtının üzerinde çıkıntı yapıyordu. Büyük beyaz köpekbalığının sudan çıkan yüzgeci misali bir uyarı işaretiydi. Kürk rengini anca tahmin edebiliyoruz. Kaplan gibi şeritli miydi, leopar gibi benekli miydi, aslan gibi birörnek düz renk miydi? Tüylü mamutların aksine, elimizde henüz capcanlı korunmuş kıllarıyla bir buz mumyası yok. Bulmak da güç olacak. *Smilodon*, Mamut Bozkırı sakini değildi, yoksa buzlu ırmağa ya da karlı ırmak kıyısına düşecek olsa, hızla donabilirdi. Hayvanın menzili buzulların güneyinde, daha sıcak, daha hoş otlaklar ve ormanlardı.

Biraz hayal kırıklığı yaratabilir, ama, demek ki kılıçdişli kaplanlar ve tüylü mamutlar rakip değildi. Ara sıra rastlaşmış, menzillerinin çeperlerinde Mamut Bozkırı'nın daha ılımlı biyomlara dönüştüğü alanlarda zaman zaman karşılaşmış olabilirler. Fakat, Batman ve Joker ya da Sherlock Holmes ve Moriarty ya da *T. rex* ve *Triceratops* gibi düşman değillerdi. Aralarında herhangi bir kavga, normun çok dışında olurdu. Gerçi en azından bazı kılıçdişliler en azından bazı mamutları yemiştir. Texas'ta bir mağara var. Bir zamanlar *Smilodon*'un kılıçdişli akrabası *Homotherium*'un iniydi. Ağzına kadar yavru Kolombiya mamutu kemikleriyle dolu. Kemikler üzerinde oyuklar açılmış, çizikler görülüyor. Tarihöncesinin ısırık izleri. Kolombiya mamutu tüylü mamuttan daha iri, *Homotherium* ise *Smilodon*'dan ufak olduğu için, bu dövüş hayli etkileyici olsa gerek.

Smilodon büyük av hayvanlarını avlıyordu. Geyikler, tapirler, orman bizonları gibi orman sakini avları yeğliyordu. Ancak, at ya da deve sunulduğunda geri çevirecek değildi. Daha hızlı koşan bu otlak otçulları, La Brea Katran Çukurları'nda bol bol bulunan başka etçiller, mesela *Game of Thrones* dizisiyle



Smilodon iskeleti ve kafatası. (fotoğraflar, sırasıyla, Ninjatacoshell ve Bone Clones'a aittir)

ün kazanmış ulu kurtlar ya da bugünün kurtlarından azıcık daha iri olan vahşi köpekler tarafından muntazaman mideye indiriliyordu. Isırıkları çok daha güçlüydü. Gri kurtlar tam anlamıyla iz süren yırtıcılardı: Avları uzun mesafe kovalıyorlardı. Uzuvları hız yapmak için idealdi, ama kavramak ya da vurmak ellerinden gelmiyordu. Yakalayıp öldürme işini çeneleriyle hallediyorlardı. Böyle fiziksel dayanıklılığa sahip yırtıcılar dünya tarihinde geç bir aşamada, anca Pliyosen'de belirmiştir. Amerikan Savanası'nın Miyosen otlaklarında bile iz sürebilen kurt cinsinden yırtıcılar yoktu; bu yöntem, memeli etçilliğinin en yeni icadıydı.

Smilodon hiç şüphesiz kısa mesafe koşabiliyordu, ama iz süremiyordu. Tuzakçıydı. Durumdan habersiz kurbanını hareketsiz beklerdi (muhtemelen ağaçlar ve otlar arasında kamufle oluyordu). Saldırıya geçtiğinde, kılıçdişleri büyük bir titizlikle devreye giriyordu. Çeneden bu kadar ileri uzanan bir yapı kolaylıkla kırılabilirdi. *Smilodon* memeli olduğundan kırık köpekdişini yeniden çıkaramazdı. Dolayısıyla, bıçağını kaygısızca savuran manyaklar gibi davranamazdı. Kaba güç kullanarak fiziksel hasar verme konusunda da uzman değildi ya da aslanların yaptığı gibi, çırpınan avın boğazına çöküp nefessiz de bırakamıyordu. Hayır, *Smilodon* ince çalışan bir katildi. İninden hızla ileri atılır, kaslı kollarıyla avını alt eder, ağzını ardına kadar açar, kılıçları sayesinde avın gırtlağında tam isabetle delik açar, ardından geri çekilir, kurbanının kan kaybından ölmesini izlerdi.

Dolayısıyla kılıçdişler, bıçaktan çok buz kıracağına benziyordu. Yalnızca son darbeyi indiriyorlardı; gerçi darbeden ziyade bir dürtmeydi. Kulağa hayal ürünü gibi gelebilir, ama, *Smilodon* kafataslarının bilgisayar simülasyonları bu görüşü destekliyor. Bu şekilde gerçekleşen yırtıcı saldırılarının makul olmakla kalmadığı, gerekli de olduğu gösterildi. *Smilodon*'un, elindeki tüm imkanlara rağmen, köpekdişinin arkasındaki diş sırası kısmında ısırığı zayıftı, bu yüzden darbeyi kılıçlarıyla indiriyordu. Fakat, olağanüstü derecede açılabilen gevşek pençelerle kutsanmıştı, böylece bizon gibi kendisinden çok daha iri avları boynundan şişleyebiliyordu. Hatta belki Kolombiya mamutlarını da; özellikle katran çukurunda kapana kısılmışlarsa; kolay öğünün zehirli vaadine işaret eden bir sinyaldi.

Katrana yakalanmak nahoş bir ölümdü. Fakat, La Brea kılıçdişlilerinin hayatı, travmatik son anlarından önce de çetin geçmişti. İskeletleri yaralarla bezelidir. La Brea fosillerini kataloglayan paleontologlar, beş bin civarı *Smilodon* kemiği buldu. Kemikler üzerindeki yaralardan, kırıklardan, incinmeye işaret eden türlü izlerden geçilmiyor. Rakipleri gri kurtlara kıyasla patoloji sayıları neredeyse iki kat. Bunun sebebi kısmen, tuzak kurmaya dayalı yaşam tarzının, muhtemelen iz süren avcıların yaşamından daha tehlikeli olmasıydı. Avın üzerine sıçrayıp

onunla güreşen *Smilodon*'un kemiklerinde, mesela omuzlarda ve sırt omurlarında daha fazla yaraya rastlamamız bu fikri destekliyor.

Tüm bu yara izlerinin başka bir sebebi daha olabilir: *Smilodon* büyük olasılıkla sosyal bir hayvandı. Günümüzün büyük kedilerinden daha ileri bir sosyallikten bahsediyoruz. Eş ve bölge için hararetle dövüşmüş olabilirler. *Smilodon* toplumsallığına ilişkin kanıtlar sınırlı ama dikkat çekicidir. Birincisi, yalnız yaşayan bir canlı türünün bunca bireyinin aynı katran çukuruna toplanmış olması tuhaf kaçardı. İkincisi, *Smilodon* ses teçhizatında dil kemikleri, ki gırtlaktaki kaslara ve bağ dokularına tutunur, günümüzdeki kükreyen kedilerin karakteristik şeklini taşıyor. Kükreme (kanı dondurma etkisinin yanı sıra), toplumsal kedilerin iletişim usulüdür: Güçlerini yansıtır, sürüyü tehlikeye karşı uyarır. Avını tuzağa düşürüp bıçaklayan tek *Smilodon* yeterince korkunç değilmiş gibi, birlikte öldürüp beslenen bir sürü düşünün.

Hayatları tamamen suçtan ve pislikten ibaret değildi. *Smilodon*'un çetin yaşamında şefkat anları da vardı. Kılıçdişliler, ilgili ebeveynlerdi. Bir anne ile iki yavrusunun kemiklerinin birlikte bulunduğu Ekvador'daki bir fosil mevkisi bunu gün yüzüne çıkardı. Bu güneyli *Smilodon fatalis* ailesi, Panama kara köprüsünü aşmış ikinci göçmen dalgasının soyundan geliyordu. Deniz kabuklarıyla ve köpekbalığı dişleriyle birlikte gömüldükleri kıyı kanalına savrulmuşlardı. Yavrular en az iki yaşındaydı. Demek ki doğumun ardından uzun süre annelerinin yanında kalıyorlardı. Bu açıdan aslanlara benziyorlardı. Aslanlar yaklaşık üç yaşında bağımsızlıklarını kazanır. Fakat, kaplanların durumu farklıdır, doğumdan sonra on sekiz aylıkken annelerinin yanından ayrılırlar. Gelgelelim, büyüme hızı bakımından *Smilodon* yavruları aslanlar gibi ağırdan almak yerine, kaplanlar gibi hızlı olgunlaşıyordu. Dolayısıyla, eşsiz bir gelişim sürecinden geçiyorlardı. Kaplanların hızlı büyümesi ile aslanların uzun süreli çocukluk çağını birleştirmişlerdi.

Peki, annelerine bağlı kaldıkları bu uzun büyüme çağının anlamı neydi? *Smilodon* yavruları, yetişkinlerin sağlam ve kaslı vücut orantılarıyla doğardı, dolayısıyla bedenlerinin gelişmesini beklemeleri gerekmiyordu. Ancak, kılıçdişlere doğuştan sahip değillerdi. Aslında, süt köpekdişlerinin tamamen çıkması en az bir yıl sürüyordu. Bu dişler düşünce, ikinci ve son köpekdişi kümesi geliyordu; ama, bu yetişkin dişleri doğumdan üç yıl sonrasına kadar, bazen daha uzun süre tam gelişmiş olmuyordu. Tam teşekküllü köpekdişleri olmayınca, belki de yavru *Smilodonlar* tuzak kurup hızla ileri atıldıkları ve avın boğazını hassasiyetle deldikleri avlanma ritüelini icra edemiyordu. Belki de öyle özelleşmiş bir avlanma tarzıydı ki kendi başlarına denemeden önce uzun bir çıraklık süresi gerekiyordu.

Ne olursa olsun, üç yaşına ya da çoğunlukla dört yaşına vardıklarında, yavru kediler artık tam yetişkindi. Kılıçları otuz santim uzunluğunda silahlardı. Bizon ya da geyik etini, belki Kolombiya mamutunun ve Buz Devri megafaunasının başka üyelerini arzuluyorlardı. Av başlamıştı.

***

10.000 yılı azıcık aşkın süre önce, tüylü mamutların ve kılıçdişli kaplanların sayısı hızla azalmaya başladı. Bazı tüylü mamutlar Wrangel Adası'na kaçmayı başardı. Burası, Kuzey Kutup Bölgesi'nde Sibirya'nın kuzeyinde Jamaika'dan azıcık daha küçük, donmuş bir kara beneğiydi. Bu adada, en azından dinozorların zamanından beri memelilerin adalarda yaptığını yaptılar: Ufaldılar. Wrangel tüylü mamutları binlerce yıl tutunmayı başarmıştı, ama, durumları iyi değildi. Ada, birkaç yüz bireyi, en fazla bin tanesini besleyebilirdi. Genetik kusurlar birikip bu kadar küçük bir toplulukta çalı yangını gibi yayıldı. Koku duyuları köreldi, postları pırıltısını kaybetti, yavan bir saten kumaşa dönüştü. Yaklaşık 4.000 yıl önce, firavunlar Nil kıyısında piramitler inşa edip tarlaları sularken, Wrangel mutantlarının sonuncusu öldü. Böylece tüylü mamutların soyu tükenmiş oldu. Birkaç bin yıl önce soyu tükenmiş olan kılıçdişlilerin yanına katıldılar.

Megafaunanın bu acınası sonundan önce, Buzul Çağı'nın ortasında bütün dünyada, tüylü mamutlar ve kılıçdişli kaplanlar gibi dev memelileri görürdünüz. Burada mahsus "siz" diyorum. Bir nevi hayal ürünü, kurmaca bir şey kastetmiyorum. Bizler Buzul Çağı'nın eseriyiz. Türümüz *Homo sapiens*'in üyeleri, bu megafauna memelilerinin pek çoğunu görmüş, yüz yüze gelmiş, onlardan saklanmış, çatışmıştır. Bugün, o zamanın üzerinden sadece on binlerce yıl geçmişken, devler neredeyse tamamen yok oldu. Sahiden megafauna diyebileceğimiz anca birkaç kara memelisi kaldı: Aralarında gergedan, bizon, mus geyiği var, ayrıca mamutların ve kılıçdişlilerin yaşayan en yakın akrabalarını unutmayalım. Filler ve büyük kediler yok olma tehdidi altında. Güncel eğilimler devam ederse, bir zamanlar dünyayı fethetmiş, çeşitliliği yüksek mağrur grupların son solukları bu hayvanlar olabilir.

Bugün dünya biraz boş görünüyorsa, sebebi budur. Megafauna hâlâ var olmalıydı. Gıda ağları, bunların noksanlığına henüz tam uyum sağlayamadı. Tundrada tüylü mamut şeklinde, Los Angeles'ta kılıçdişli kaplan şeklinde birer gedik var. Hayaletleri etrafta geziniyor. Peki neden artık yoklar?

ONUNCU BÖLÜM

İNSAN MEMELİLER



Ardipithecus

Buzul kenarı, Wisconsin, 12.500 yıl önce. Kış bütün hışmıyla gelmişti. Tek başına bir mamut, buzultaş sırtında dikiliyordu. İki metrelik dişleri cüretkâr bir görüntü çizerek yukarı doğru uzanıyordu. Kuzeydoğudan esen rüzgâr kırbaç gibi şaklayıp hayvanın turuncu rengi postuna kar püskürttü. Güneş alçalmıştı. Akşam karanlığı yaklaşıyordu. Erkek mamutun cesareti falan kırılmış değildi. Kıllı hortumunu havaya kaldırdı, boru sesiyle kükredi, sanki havaya meydan okuyordu. Soluğu derhal buhara dönüştü.

Bekâr tüylü mamutlar için zorlu zamanlardı. Tamamen dişilerden oluşan sürüler yavrularını sıcak tutmak için birbirlerine sığınırken, açan düğünçiçeklerinin işaret ettiği çiftleşme mevsiminin başlangıcına kadar altı ay boyunca erkeklerin yapacak pek bir şeyi yoktu. Bazıları bir araya gelip derme çatma sürüler kurdular, ama, bu mamut yalnız kalmayı tercih ediyordu. Otuz altı yaşındaki erkek, hayatının baharındaydı. Her şey yolunda giderse, yirmi yıl daha, belki daha da fazla yaşayacaktı. Her zaman kendi başınaydı ve bu tutum işine epey yaramıştı. Bozkırlarda ve Chicago Gölü'nün civarındaki ladin ormanlarında düzinelerce mamut yavrusunun babasıydı.

Buz artık bu bölgeyi kaplamıyordu. Küçülüyor, Kuzey Kutup Bölgesi'ne doğru geri çekiliyordu, ama, usul usul gitmiyordu. Kuzeye doğru bir günlük yürüyüş mesafesinde, buzullar pusuya yatmıştı. Mevsimler hâlâ onların kontrolündeydi; buzul cephesinden akarak gelen esintiler yüzünden yaz mevsimleri serin geçiyordu, kışlar ise kâbus gibiydi, kendini göstermeye başlayan ladin ormanlarının otlak tundrayı tamamen ele geçirmesini engelliyordu. Buzullar topografyayı da kontrol ediyordu: Mamutun üzerinde dikildiği buzultaş, araziye yeni bir eklentiydi. Buzun kaçarken ardında bıraktığı çakılların, toprağın, odunların, kemiklerin çöplüğüydü.

Ay akşam karanlığında yükselirken, rüzgâr daha da şiddetlendi. Normal bir kar fırtınası değildi. Küçük toz fırtınaları soğuk havada uluyor, buz örtüsü de bir zamanlar güneye ilerleyişinde toz haline getirdiği ince taş parçacıklarını üflüyordu. Karla karışan toz, çamurlu, pis bir bulamaç yaratıyordu. Buzul öfkeli görünüyordu. Düzlüğün tepe noktası, oyalanacak bir yer değildi. Mamut gözünü kuzeye, bir buçuk kilometre kalınlığındaki buzun olduğu girilmez bölgeye çevirdi. Doğu daha konuksever değildi: Chicago Gölü'nün buz gibi suları. Burada buz dağları yazın buzullardan kopuyordu. Şimdi göl, donmuş camdan farksızdı. Güney daha fazla umut vadediyordu, ama, erkek mamut yüzünü bu doğrultuya çevirdiğinde, donun darbesini hissetti; rüzgâr tüneli gibi gölün ana hatları üzerinden geçip belli bir noktada toplanıyordu.

Tek seçenek, batıya ilerlemekti.

Diş üstü kara yuvarlanmamak için dikkat ederek, buzultaştan ayrıldı. Kürklü adımlarını teker teker attı. Her adım daha fazla tehlike doğuruyordu. Siyahlaşmış kar, mamutun altı tonluk ağırlığına güçbela direniyordu. Derken buz dayanamadı. Mamutun önce bir ayağı, sonra ötekiler kaydı, böylece sırt üstü devrildi, sırttan aşağı yuvarlandı.

Zarif bir kayış denemez, ama, neyse ki buzultaş fazla yüksek değildi. Bu tökezleme sakatlayıcı olmaktan ziyade utanç vericiydi. Mamut kendini topladı. Yüzündeki karı hortumuyla temizledi. Ezilen kaburgalarıyla derin bir soluk aldı. Mola vermenin, havanın düzelmesini beklemenin vaktiydi. Geceyi burada geçirecekti.

Buzul Çağı akşamlarını geçirebileceğiniz daha berbat yerler de vardı. Mamutun kayışı, onu gölet kenarına savurmuştu. İki buzultaşın oluşturduğu vadiye yuvalanmış olan göletin üstü buzdan kabuk bağlamıştı. Bu buzultaşlar, rüzgâra ve küçük toz fırtınalarına karşı sığınak sağlıyordu. Kar tepeciklerinden yer yer ladinler boy göstermişti. Ağaçların yeşil iğne yaprakları zemini kaplamıştı. Mamutu yere uzanmaya, fırtına sırasında uyuklamaya davet ediyorlardı.

Gerçi sanki ters giden bir şeyler vardı.

Mamut bir ürperti hissetti, ama, soğuk havadan ötürü değil. Etrafta ulu kurt ya da mağara aslanı varken canlanan bir içgüdüydü. Ağaçlar arasında bir yırtıcı saklanıyordu. Yapraklarla, tozlu karla, karanlıkla kamufle olmuştu. Mamut, dalların hışırtısını işitti, ardından ilginç bir ses duydu. Kükreme ya da havlama, hırıltı ya da homurtu değildi. Daha karmaşık bir sesti. En başta tizdi; ses perdesi yükselip alçalarak melodi oluşturuyordu. Bir şarkı söyleniyordu; vahşi ve telaşlı. Derken başka bir şarkı bunu taklit etti, şiddetlenip koroya dönüştü: Birçok canavar uyum içinde bağırıyor, iletişim kuruyor, avlarına sataşıyordu. Çatışma için yola koyuluyorlardı.

Ay ışığı ladin korusundan süzülerek geçti. Mamut nihayet onu gördü. Bir avcının silüeti hücum ediyordu. Kurt ya da aslan gibi dört ayak üzerinde değil, yalnızca iki ayak üzerinde koşuyordu. Budaklı dişlerle bezeli uzun ağız kısmından mahrumdu. Gururlu omuzlarının üstüne yuvalanmış kocaman, yuvarlak bir kafası vardı. Kollarının ucuna pençe yapışık değildi, elinde mızrak tutuyordu. Tek başına hareket etmiyordu. Sürünün parçasıydı. Saldırırken bağırıp çağırıyorlardı.

Baş avcı mızrağını fırlattı. Silahın havada asılı kaldığı birkaç saniye sırasında, avcının gözleri avın gözleriyle kavuştu. Toplumsal vasıflara sahip iri beyinli mamutlar, bozkırın en zeki hayvanı olmaya uzun süredir alışkındı. Kurtlar da aslanlar da tehlikelilerdi, ama, ufak tefeklerdi, üstelik pek zeki değillerdi; en azından mamutlara kıyasla. Mızrak mamutun boynuna saplandığında, hayvan

soluk almak için ağzını açtı, aklından son bir düşünce geçti. Bu yeni yırtıcı farklıydı. Daha kavrayışlı, daha kurnaz, daha ölümcüldü.

Avcılar ganimetin etrafında toplandı. Mamut ölü mü diye yokladıktan sonra işe koyuldular. Mamut derisinden yapılma tuniklerinden çeşit çeşit alet çıkardılar. Dilgiler, kazıyıcılar, tokmaklar. Hepsi parlak, sert silisli taştan imal edilmişti. Bu malzemeyi buzulların çakıl çöplüklerinden elde etmişlerdi. Geceye ve fırtınaya karşı yarıştılar, eti belli bir amaçla ve hassasiyetle doğradılar. Yarma vuruşlarıyla önce ayakları ve bacakları kestiler, ardından omuzlardaki ve yan taraflardaki etlere geçtiler. İşleri bittiğinde, artlarında dev kemiklerden oluşan karmakarışık bir öbek kaldı. Mamut etini omuzlarına yüklediler, taş aletlerini topladılar. Keskin bir delgi neden israf edilsin ki? Fakat, acele ederken aletlerden ikisini, kemik yığını içinde mamut leğen kemerinin altında gözden saklı kalmış olanları arkalarında bıraktılar.

Kar fırtınasında yankılanan zafer çığlıkları attıktan sonra avcı grubu buzultaşlar üzerinden Chicago Gölü civarındaki kamplarına doğru yola koyuldu. Toz ve kar dindi, gökyüzü açıldı, yazın çiftleşme mevsimi geldi; alfa erkek mamutlardan biri eksikti. Buzullar erimeye devam etti, buzul suları buzultaşlarının arasındaki gölete damla damla aktı, mamut kemiklerinin ve taş aletlerin üstünü kapladı.

***

Elinizdeki kitap, insanları işlemiyor. Biz *Homo sapiens*'ler, günümüzde yaşayan altı bin memeli türünden biriyiz. Memeli evriminin daha uzun soluklu bakış açısıyla, 200 milyon yılı aşkın zaman zarfında milyonlarca canlı türü içinde tekil bir noktayız.

Mesele sırf biz değiliz. Bu sayfalarda anlatılan memeli geçmişi hikâyesi (kitlesel yokoluşlara, dinozorlara, zalim iklimlere göğüs germiş, kömür bataklıklarındaki o pullu mahluklara kadar uzanıyor), taç törenimizle sonuçlanan kaçınılmaz sonun basit bir arka planı değil. Denizaltı boyunda balinalar, tüylü mamutlar ve kılıçdişliler, okyanusu salla aşan maymunlar, yankıyla konum bulan yarasalar, hepsi kendi başına özeldir. Elbette biz de öyleyiz: İri beyinli, hünerli elli, iki bacak üzerinde yürüyen bu primatın zekâsı ve yıkım kapasitesi, memeliler arasında eşsizdir. Bunun yanı sıra, kendi kökeni hakkında düşünebilen yegâne tür biziz.

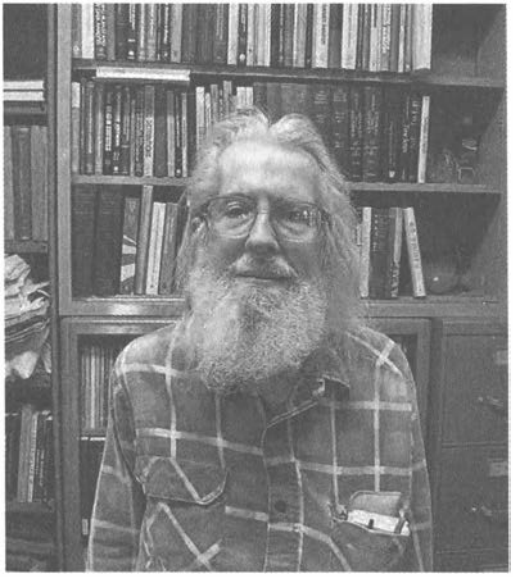
Şimdiye dek tanıdığım en büyüleyici insanlardan biri, lisans öğrenciliğim sırasında Chicago'nun Hyde Park mahallesi etrafında gezindiğini muntazaman gördüğüm bir adamdı. Bunu, elimden geldiğince hassasiyetle ama dürüstlükle de söylüyorum: Avare bir hali vardı. Gidecek yeri yokmuş gibi aylak aylak dolaşıyordu. Sırtının kamburu çıkmıştı. Kırmızı renkli, bollaşmış balıkçı şapkası çilli yüzünü örtüyordu. Çoğunlukla kendi kendine bir şeyler mırıldanıyordu.

Sözler adeta Gandalf tarzı uzun, beyaz sakalından dökülüyordu; yoksa Tanrı'nın sakalına daha mı çok benziyordu? Rengi solmuş pamuklu gömleğinin göğüs cebinde, tükenmez kalemlerle ve minnacık el yazılı not defterleriyle tıka basa dolu cep kalemliği duruyordu. Bazen bakışlarımız kavuşurdu, kısa süreliğine gözlerinin içine bakardım; nazik ve azıcık hüzünlüydü, ama, gözlüklerinin arkasına sakladığı dehasının pırıltısı görülüyordu. Gözlüğün mercekleri öyle büyük, çerçevesi öyle kalındı ki modayı en yakından takip eden hipster bile bu gözlüğü güzelmiş gibi gösteremezdi.

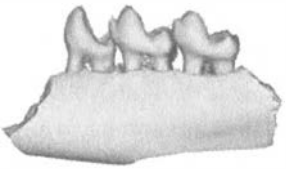
Adı Leigh van Valen'di. Dış görünüşüne rağmen profesördü (dış görünüşü bu işe uygun da diyebilirsiniz). Deha ile deliliği birbirinden ayıran bıçak sırtının doğru tarafında zar zor duruyordu. Evrim biyoloğuydu, ama matematikle ve felsefeyle de uğraşıyordu. Kampüs içinde gezinmiyorken, otuz bin kitap içerdiği söylenen ofisine kapanırdı. Ofise girmek, insanın canını tehlikeye atabilirdi: Jenga kulesi gibi sendeleyerek ayakta duran kağıt yığınları Leigh'ın boyundan daha yüksekti. Arkadaşlık kurduğum bazı yüksek lisans öğrencileri, Leigh'in, o kağıt yığınlarının biri altında kalıp ezilmesinden endişe ediyordu. Sahici bir kaygıydı; öğrencileri ona bayılırdı.

Yaptığımız bir e-posta sohbetinde Christian Kammerer'in bana vurgıladığı üzere, "gerçek anlamda bir 'karakterdi,' o betimlemenin yakıştırıldığı pek çok akademisyenin aksine 'hırbo'nun teki değildi." Christian'la bu sayfalarda daha önce tanıştık. Memeli soyunun kökeni konusunda uzmandır. Chicago Üniversitesi'nde yaptığı doktora çıraklığı kapsamında, Leigh'in deli dolu Evrim Kuramı dersine girmişti. Bu dersin okumaları arasında Leigh'in kendi şiirleri de yer alıyordu; dinozor çiftleşmesi üzerine kaleme aldığı müstehcen dizeler dahil. Leigh 2010'da öldüğünde *New York Times*'ta basılan anma yazısında bu şiirden alıntı yapılmıştır.

Leigh hakkındaki öyküler efsaneviydi. Rivayete göre öğle yemeğinde 1 litre süt içer, bir tane de çürümüş muz yermiş. Yüzündeki kanserli lezyonun yerine kalçasından doku nakli yaptırmış. Misafir konuşmacıya dolambaçlı soru sorarak seminerleri rehin aldığına pek çok kez tanıklık ettim. Soruyu tamamlaması en az üç dakika sürer, yüksek lisans öğrencilerinin "homurtu" adını taktığı tiz hırıltıları konuşmasını keser dururdu. Sorunun sonuna gelindiğinde, konuşmacı çoğunlukla neyin sorulduğunu unutmuş olur, ama, tekrarlamasını istemeye de cesaret edemezdi. Leigh yayıncılık işine bile girdi: Dergilerin kuramsal makalelerini muntazaman reddetmesine sinirlenince (ölümlü meslektaşlarının idrak edebileceğinin çok ötesindeydi), kendi dergisini kurdu. Dizgiyi kendi yapar, bizzat basardı. "Töz biçimin önündedir," sözünü slogan bellemişti. Derginin çirkin göründüğünü kendince bu şekilde kabul ediyordu.







Leigh van Valen, Chicago'daki kitapla dolu ofisinde (solda); kendi yayımladığı dergide basılmış *Purgatorius* dişlerinin fotokopiyle çekilmiş görüntüleri (üstte sağda) ve *Purgatorius* dişlerinin modern BT taraması görüntüsü. (Wilson Mantilla ve arkadaşları, 2021, Royal Society Open Science makalesinden)

Tüm ilgi alanları ve tutkuları arasında Leigh'in asıl uzmanlığı, fosil memelilerdi. En büyük keşfinin (ev yapımı dergisini basmaya başlamadan yaklaşık on yıl önce, 1965'te, *Science* dergisinde yayımlandı) endamı ufak tefekti, ama, içerimleri bakımından muhteşemdi. En derin köklerimizi gün yüzüne çıkarmıştır.

Bir sene önce, Minnesota Üniversitesi'nden Robert Sloan'ın önderlik ettiği saha ekibi, Montana'da Purgatory Tepesi adlı uğursuz çorak topraklarda altı diş buldu. Bunları fark etmiş olmaları bile fevkaladeydi: Minnacıklardı, en iri azıdişi, kökten taç kısmına anca üç milimetreydi (inçin onda biri). Üstelik çok yaşlılardı. Erken Paleosen'de tortulaşmış kayaçlardan çıkarılmışlardı. Bunun, Kretase sonunda dinozorları öldürmüş olan göktaşının sadece birkaç yüz bin yıl sonrasına tekabül ettiğini biliyoruz. Bu döneme ve erken Kretase'ye ait çoğu ufak memeli dişinde, böcekleri parçalamaya yarayan uzun ve keskin küspisler vardı; tüysıklet memelinin hayatını idame ettirmesinin en kolay yolu. Fakat, Leigh'in nazarında bu altı diş azıcık farklıydı. Mikroskopla bakınca, daha yumuşak hatlı ve şişkin küspisler gördü. Bunların ebadı, şekli ve konumu, böcek dışiskeletini kesmeye değil, meyve gibi daha yumuşak bitki örtüsünü yemeye uygundu. Bağlantıyı kurdu: Hill'e ithafen *Purgatorius* adını koyduğu bu minik dişler, böcekçil atalarıyla günümüz primatları arasındaki halkaydı. Sloan'la

birlikte kaleme aldıkları 1965 tarihli makale her şeyi anlatıyor (makalenin geri kalanı küspisler ve diş minesi sırtları hakkındaki donuk jargonla doludur): "En Erken Primatlar."

Primatların kökeni konusunda önde gelen uzmanlardan saydığım, Toronto Üniversitesi'nden meslektaşım Mary Silcox'a göre van Valen'ın bu kavrayışı devrim niteliğindeydi. Korona salgını sırasında Edinburgh'daki öğrencilerime verdiği çevrimiçi seminerin soru-cevap kısmında bana şöyle dedi: "*Purgatorius*'un primat olduğunu anlamak deha işidir! Primata benzemez, ama, başlangıç noktası olduğunu artık biliyoruz." Bu, Leigh'in konuşmacılara sorduğuna tanık olduğum her sorudan çok daha kısa şekilde toparladığım şu basit soruya verdiği yanıttı: Kitabımda *ille* anlatmam gereken primat keşfi hangisidir? Mary'nin gözünde aptalca bir soruydu bu. Donald Johanson'ın Lucy ve öteki fosil insanlar hakkında yazdığı kitapları okuyarak paleoprimatolog olmaya heves etmiş olsa da, kendini *Purgatorius*'a kaptırıp araştırmasını en eski primatlardan birine odaklamıştı.

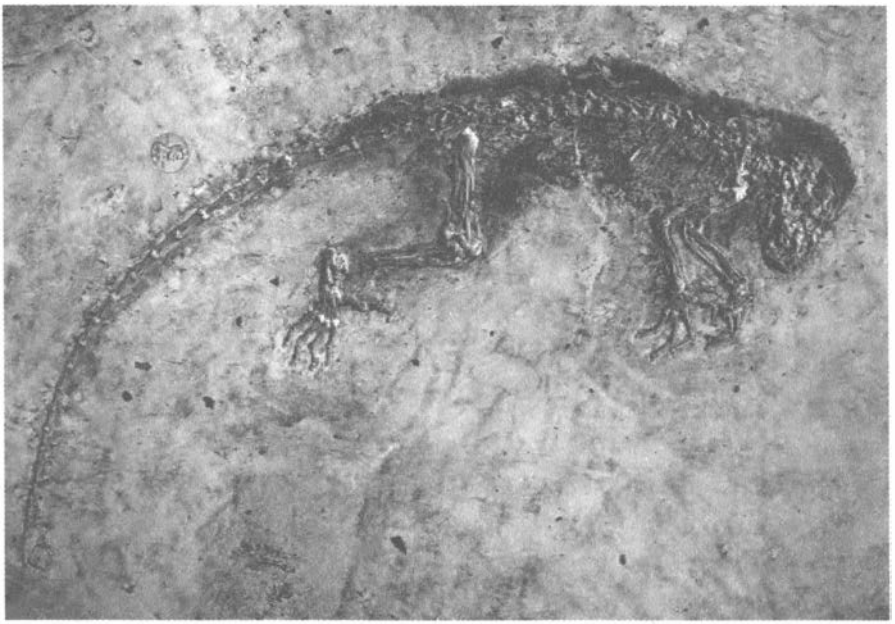
Purgatorius, plesiadapiformdur. Primatların türemiş olduğu atasal hayvanların telaffuzu zor adı. Mary gibi kimi bilim insanları Leigh'in izinden giderek onlara primat derken, bazıları da "kök primat" demeyi, primat unvanını bugünün türlerinden ve en yakın ortak atanın bütün soyundan meydana gelen tepe grupla sınırlandırmayı yeğler (bu "hakiki primatları" daha önce ele aldık; Paleosen-Eosen sınırında küresel ısınma döneminde geniş bir alana göç ettiler). Her neyse. Sadece bir isimlendirme, insanın sınıflandırma çabasının sonucu ve önemli değil. Önemli olan, *Purgatorius*'un, öbür başlıca memeli gruplardan ıraksadıktan sonra primat sülalesinde bilinen en eski, ayrıca yeni yaşam tarzının göstergesi olan beslenme ve davranış değişikliklerini sergilemiş ilk hayvan olması.

Bu ilk primatlar, değişim geçirmiş azıdişleriyle daha fazla bitki yemekle kalmıyordu, ayrıca zeminden ağaçlara taşınmışlardı; kaostan, iklim dalgalanmalarından, dinozorların ardından gelen yırtıcılardan korunabilecekleri bir sığınak. Leigh'in özgün makalesinin elli yıl ardından, Stephen Chester, *Purgatorius*'un ayak bileği kemiklerini tanımladı. Her biri kesilmiş el tırnağından daha ufaktı. Eklem yüzeyleri son derece hareketliydi; tutunma ve tırmanma hareketlerinden oluşan geniş bir yelpazeyi mümkün kılıyorlardı, tıpkı bugünün ağaç memelileri gibi. Birkaç sene sonra Stephen, daha eksiksiz bir fosil betimleyerek çıkarımını doğruladı: bir plesiadapiforma ait en yaşlı ve doğru düzgün muhafaza olmuş iskelet, *Torrejonia*. New Mexico'daki 62 milyon yıllık kayaçlarda Tom Williamson buldu. Ayak bilekleri son derece hareketli olmakla kalmıyordu, omuzları ve kalçaları da öyleydi. Bu da kollarının ve bacaklarının pürüzsüz hareket etmesini, pek çok yöne dönebilmesini mümkün kılıyordu.

Beslenme tarzındaki ve yaşam ortamındaki bu değişiklikler, dinozor yokoluşunun hemen ardından çok hızlı cereyan ediyordu. Mary'nin tabiriyle, "Bu primatlar Zeus misali topraktan çıkmış gibi görünüyor." Şimdilik en eski *Purgatorius* fosilleri Montana'da elde edildi. Göktaşının en fazla birkaç yüz bin yıl ardından, yokoluşun hemen sonrasına tarihlendirilen dar bir kayaç şeridinde bulundu. Daha eski fosiller olduğuna dair söylentiler var. Bizzat Leigh, *Triceratops* iskeletinin yanında bulunmuş yedinci bir Montana dişini tanımladı. Bunun Kretase çağından kalma olduğunu düşünüyordu. O zamandan beri, eski bir ırmak yüzünden Kretase dinozorlarıyla karışmış, böylece paleontologları yanıltmış bir Paleosen dişi olarak yorumlanır. Yine de memelilerin DNA aile ağaçları, primatların Kretase'de ortaya çıktığını ima eder, dolayısıyla primat atalarımız, göktaşı çarpmasından faydalanmak yerine, aslında bu çetin şartlara rağmen varlığını devam ettirmiş olabilir.

Paleosen devam edip nihayetinde yerini Eosen'e bırakırken, plesiadapiformlar, *Purgatorius* kökenlerinden hareketle çeşitlilik kazandı. Bilinen 150'yi aşkın türe sahip son derece başarılı bir grup haline geldiler. Kuzey Amerika'ya, Avrupa'ya, Asya'ya yayıldılar. Kuzey Kutup bölgesi içindeki Ellesmere Adası'na varana kadar kuzeye de ilerlediler: İnsanlar gelene kadar kutuplara en yakın primatlardı. Ebat, beslenme tarzı ve davranış anlamındaki muazzam çeşitlilikleriyle birlikte, günümüze ulaşmış plasentalı memeliler altgrubunun ilk büyük yayılmalarından biriydi. En ufakları, üzüm tanesinden azıcık ağırdı (gelmiş geçmiş en mütevazı primatlar), kimi türler ise sokak müzisyenlerinin yanındaki kapuçin maymunları kadar irileşebiliyordu. Tükettikleri gıdalar arasında meyveler, reçineler, tohumlar, polenler, yapraklar ve *Purgatorius* öncesi atalarının gözdesi olan bazı böcekler vardı. Hepsi ağaç canlısıydı, ama, vasıf seviyeleri farklıydı. İri olanlar muhtemelen yavaş hareket ediyor, ağaç gövdelerine yapışık kalıyorlardı, kimileri ise ağaçlarda daldan dala sekiyordu. *Carpolestes* adlı türün uzun el parmakları ve kavrayıcı ayak parmakları, dalları sımsıkı kavramaya yarıyordu.

Plesiadapiformların Paleosen sırasındaki evriminin izini sürdüğünüzde, bazı eğilimler boy gösterir. *Purgatorius* gibi hayvanlar önce ağaçlara çıktı, sonra yalnızca bitkilere ya da meyvelere dayalı beslenme tarzı geliştirdiler, beyin büyümesi daha sonra gelecekti. Salt meyve yemeye başlamış olsalar bile, beyinleri ufak kaldı; Mary, çeşitli plesiadapiformların kafataslarını BT taramasından geçirerek ve beyinlerinin dijital rekonstrüksiyonunu yaparak bunu gösterdi. Görme duyuları da sınırlıydı, çünkü beynin optik bölgeleri yüzeyseldi, gözleri yana bakıyordu, sofistike üç boyutlu görüşü ve derinlik algısını engelliyordu. Dolayısıyla, primatların ağaca tırmanması ya da meyve yemeleri için iri beyin ve yüksek zekâ şart değildi. Fakat, ağaç yaşam ortamı ve meyveden yana zengin



Almanya, Messel'den erken dönem primat fosili ***Darwinius***, zarif el ve ayak parmaklarını, kavrayıcı el baş parmaklarını, iri ayak baş parmaklarını gösteriyor. (fotoğraf Franzen ve arkadaşları, 2009, ***PLoS ONE*** makalesine aittir)

beslenme tarzı, dev beyin geliştirmenin ön koşulu olabilir, çünkü çoğu memelinin erişemediği yüksek kalorili öğünleri temin etmiş olur.

Fakat, kavramanın ve meyve yemenin evrimi bağlantılı görünüyor. Dalları daha iyi tutmayı mümkün kılan el ve ayak özellikleri, meyveleri çiğnemeyi kolaylaştıran diş özelliklerinin yanı sıra evrimleşti. Mary'nin gözünde bu, erken dönem primat evriminin itici gücünün, "dal ucundan beslenme" olduğuna işaret ediyor: Primatlar, meyve ve seçme yaprak koparmak için dalların ucuna yavaş yavaş ilerler. İnsan yapı planımızın kimi temel bileşenleri (mesela uzun parmaklı eller, esnek el ve ayak bilekleri, zarif küspisli azıdişleri), atalarımızın ağaçlardaki gıdalar üzerine atıldığı dönemin kalıntılarıdır.

Paleosen Eosen'e dönerken, 56 milyon yıl önce PEIA küresel ısınması zirveye çıktığında sıcaklıklar yükselmişken, bazı plesiadapiformlar tırmanma ve duyu repertuarlarını daha yüksek bir seviyeye tırmandırdı. Bu sayede hakiki primatlar haline geldiler; herkesin nazarında bu unvanı hak etmiş olan taç grup. Wyoming'in Bighorn Havzası'na ve kuzey kıtalarının geri kalanına hızla peş peşe yerleşmiş olan, daha önce tanıştığımız dünya gezgini *Teilhardina*, bu ilk standart primatların arketipidir.

Bu canlıların, *Purgatorius* tipi atalarından başlıca iki farkı vardı. Birincisi, daha da becerikli ağaç canlılarına dönüşmüşlerdi. Daldan dala sıçrayabiliyorlardı. Bunu yapabilmek için, pençelerini düz tırnaklara dönüştürmüş, atalarının kavrayıcı büyük ayak başparmağına ve uzun el parmaklarına kavrayıcı el başparmağı ve uzun ayak parmakları eklemiş, daha kısıtlı bir ayak bileği şekillendirmişlerdi. Bu bilek hâlâ pek çok doğrultuda hareket edebiliyordu, ama, sıçramaya ve inişte yere tutunmaya yetecek kadar da sabitti. İkincisi, daha zeki, daha keskin gözlü olmuşlardı. Beyinleri irileşmekle kalmadı, ayrıca yeniden örgütlendi. Duyu bütünleştirmeye yarayan neokorteks irileşti. Koku bölgeleri budanırken görsel bölgeler gelişti. Görme becerisi karşılığında kokudan taviz verildiğinin işareti. İleri bakan yuvarlak gözleri üç boyutlu görebiliyordu, bazıları capcanlı renkler seçebiliyordu. İri gözler, iri beyin, ayrıca körelmiş burun, yüzün düzleşmesi, ağız kısmının ufalması anlamına geliyordu. İnsan yapı planının pek çok başka veçhesi (böcek gözlü ve basık burunlu suratımız, başparmakla onaylama hareketini yapma ve elimizde cisim kavrama kapasitemiz, el ve ayak parmaklarımızın tırnakları, gökkuşağının güzelim tonlarını ve trafik ışığı renklerini görme yetimiz, zekâmızın kökleri), dünya kavrulurken atalarımızın ağaçtan ağaca sıçradığı bu dönemin kalıntılarıdır.

Bu yeni adaptasyonlarla birlikte primatlar yayılıp çeşitlendi. Bu çeşitlenmenin şiddeti, Eosen'in aşırı yüksek sıcaklıklarına denkti. Hızla güneye inip Arabistan'a ve Afrika'ya yayıldılar. Aile ağaçları genişledi, lemurları (alt kesicidişleri ve köpekdişleri tadilat geçirip kürklerinin tımarı için tarağa dönüşmüştü), ardından Yeni Dünya maymunlarını doğurdular. Bu maymunlar sırası geldiğinde Afrika'dan Güney Amerika'ya okyanus üzerinden uzanan o absürt yolculuğa çıktı. En az bir kez, belki iki kez, lemurlar da dalgaların sırtına bindi, Mozambik'ten ayrılan akıntılara takılarak doğuya ilerlediler, önce oyun alanları, sonra sığınakları olacak adaya, yani Madagaskar'a ulaştılar. Bugün Madagaskar'da yaklaşık yüz lemur türü yaşıyor, ama, yalnızca birkaç yüzyıl öncesine kadar çok daha fazlası vardı, üstelik bunlar muhteşemdi. İnsan kadar uzun boylu koala lemurlar, örümceğimsi uzuvlarıyla ağaçlardan baş aşağı sarkan tembelhayvan lemurları vardı. Bir tanesi hepsinden uçuktu: Goril ebadında dev lemur *Archaeoindris*, zeminde binbir zahmetle yürürken yaprak koparan 200 kiloluk bir gümüşsırt. Hepsi aşağı yukarı aynı dönemde, bütün dünya adalarında cereyan etmiş bir ölüm silsilesinde yok oldu. Tüylü mamutların, kılıçdişlilerin, kıtasal Buzul Çağı megafaunasının başka üyelerinin ardından telef oldular.

Eosen serası, primat çeşitlenmesini teşvik etmişken, Oligosen'de daha soğuk havaya geçiş bunun tersini yaptı. Antarktika Güney Kutbu'nda yalnız başına kalırken ve güney buzulları tek merkezde toplanırken, primatlar Avrupa'da yok oldu, Kuzey Amerika'da yeryüzünden silindiler. Net olmayan sebeplerden

ötürü, bunların yerini herhangi bir Güney Amerikalı Yeni Dünya maymunu almadı. Bu maymunlar, Atlas Okyanusu'nu aştıkları sıradışı yolculuğun ardından, gezmekten birdenbire bıktılar, Orta Amerika'ya ulaştıktan sonra daha ileri gitmediler. Bu sebeple, bugün ABD'de ya da Kanada'da primat yoktur (insanlar, hayvanat bahçesi hayvanları ve Florida'nın kimi kaçak maymunları dışında). Fakat, Oligosen dünyasının daha sıcak köşelerinde durum daha iyiydi. Asya primatları eziyet çekse de, bazılarının varlığını sürdürdüğü tropikal cepler mevcuttu (çoğunlukla lemur benzeri biçimlerde ve maymunlarla akraba daha ufak türler).

Gerçi asıl başarı öyküsü, Afrika'ydı. Yüksek enlemler soğuyup kuraklaşırken, güneş hâlâ Afrika'nın yağmur ormanları ve Ortadoğu üzerinde parlıyordu. Primat evriminin yayılma merkezi bu bölgeye kaydı. Oligosen sırasında Afrika primatları palazlandı. Mısır'ın Feyyum kentinde bulunan bol bol fosil bu durumun kaydıdır. Balina iskeletleriyle dolup taşan Eosen kayaçlarının üstünde keşfedildiler. Bu primatların bazıları Eski Dünya maymunlarına, bazıları kuyruksuz maymunlara dönüştü. Kuyruksuz maymunlardan da...

***

Gada Hamed, Etiyopya'nın Awash bölgesinde, Kızıl Deniz'in Aden Körfezi'yle kavuştuğu doğu Afrika köşesi civarında yaşamış bir Afar kabilesi üyesiydi. Gadi lakabıyla tanınırdı, ama, Amerikalı paleoantropologlar ona Zipperman (Fermuar Adam) derdi. Yolları ilkin 1990'ların başında kesişti. California Üniversitesi ekibinin üyeleri fosil ararken, kendilerine somurtarak bakan kamburunu çıkarmış kısa boylu bir adam gördüler. Göğsünde fişeklik, elinde tüfek vardı. Ön kesicidişleri törpülenip sivri dişe dönüştürülmüştü. Boynunda bir fermuar zinciri asılıydı; on yıllık iç savaş sırasında kabilelerin komünist askerî cuntayla savaştığı dönemde öldürdüğü kişilerden aldığı ganimetler.

Bulaşılmaması gereken biriydi; seferin Etiyopyalı üyeleri bunun farkındaydı. Çünkü kendileri de savaş yaraları taşıyordu: Komünistler, içlerinden birini, Berhane Asfaw'ı baş aşağı asmış, işkence etmişlerdi. Daha sonra bir şekilde ellerinden kaçmış, jeoloji diploması almış, insanın kökeni alanında Etiyopya'nın önde gelen uzmanı olmuştu. Asfaw ve ekibin Etiyopyalı üyeleri, seferin liderinden (önde gelen Amerikalı paleoantropolog Tim White), kampı toplamasını rica ettiler. Kavgacı bir mükemmeliyetçi, insanın kökenine ışık tutma peşinde en azimli hafiyelerden biri olan White, normalde pes edecek biri değildi. Fakat, bu seferlik geri adım atmaya mecburdu.

Ertesi sene White'ın ekibi geri döndü. Fermuar Adam'la yeniden karşılaştılar. Bu sefer anlaşmaya vardılar: Gadi de ekibe katıldı. Kısa süre içinde ekibin işleyişinde kilit dişli haline geldi. Koruma, rehber, kolluk, amele, fosil avcısı gibi

birden fazla görev üstlendi. White her zaman ev sahipleriyle işbirliği yapmaya uğraşırdı, ama, Gadi'yle özel bir bağ kurdu. Fermuar Adam, White'ın taşıtında muntazaman ona eşlik ederdi, patron fosil peşinde çölde hızla ilerlerken silahını sessizce sallardı. 1993 Aralık'ında bir gün White bir sezgiye kapılıp bir kayaç oluşumu civarında aracını durdurdu. Bu tuhaf ikili, taşıttan inip bakınmaya başladı.

Gadi, "Doktor Tim," diye bağırdı, "buraya gel."

Taş yığını içinde, ağarmış küçük bir diş görmüştü; insan soyunun bir erken dönem üyesinin, bir insansının azıdişi. Fermuar Adam için yeni bir ganimetti, ama, bu seferki çok daha eski bir mahsuldü, aşağı yukarı 4,4 milyon yıllıktı.

White ekibini etrafına toplandı. Alanı onca doktoralı taramış olsa da, bu keşfi, çatışma ve deve gütme konusunda talimli olan ama okulda hiç fen eğitimi almamış, Afar savaşçısı yapmıştı. Ekip ilave fosiller buldukça buldu: Önce bir köpekdişi, ardından başkaları geldi. Tek bireye ait on dişlik bir takım meydana getirdiler. White, Asfaw ve Japon çalışma arkadaşları Gen Suva, daha sonra bunu yeni bir tür olarak betimlediler: *Ardipithecus ramidus*; Afar dilinde "ardi," "yer, toprak" anlamına gelirken, "ramidus" ise kök anlamına geliyordu. Hiç şüphesiz insan soyuna aitti: Üst köpekdişleri elmas şeklinde ve ufaktı. İnsanların alameti



Müşterek Etiyopya-Amerika ekibi. Tim White'dan ve çalışma arkadaşlarından oluşuyor. Etiyopya, Aramis'te fosil insansılar arıyorlar. (fotoğraf Kermit Pattison'a aittir)

farikası. Şempanzelerin ve gorillerin alt azıdişlerine sürtündükçe keskinleşen, hançer misali köpekdişlerinden mahrumdu. Bunun dışında neredeyse her şey belirsizdi. İnsanlar gibi arka bacakları üstünde dik mi yürüyor, yoksa kuyruksuz maymunlar gibi ağaçlara mı tırmanıyordu? Ellerini ne için kullanıyordu? Bizimki gibi kocaman bir beyni mi vardı, yoksa şempanzelerdeki gibi ufak mıydı? Bu sorular, daha eksiksiz fosillerin gelişini beklemek zorundaydı.

Bir sonraki saha çalışması mevsiminde geri geldiler. White 1994 Kasım'ında tekrar Etiyopya'ydı. Ekibini Gadi'nin keşif mevkisine getirmişti. Pek umutları yoktu; geçen sene ne var ne yok topladıklarını düşünüyorlardı. Fakat, daha fazla kemik gün yüzüne çıkınca şaşırdılar. White'ın eğitmiş olduğu yine olağanüstü Etiyopyalı paleoantropolog Yohannes Haile-Selassie, Gadi'nin dişlerinin yaklaşık 50 metre kuzeyinde birkaç el kemiği buldu. Böylece oyun başlamış oldu. Ekip, yüzeyi taramakla kalmadı; daha ufak fosiller için tortuyu elekten geçiriyor, yeri kazıyorlardı. Bu saha çalışması mevsiminin geri kalanında ve bir sonrakinde, bir dişi iskeletinin 100'den fazla kemiğini topladılar. Bu dişi yaklaşık 50 kilo geliyordu, aşağı yukarı 1,2 metre boyundaydı.

Ekip çalışırken, Gadi kazı mevkisine yukarıdan bakan bir sırtta, tüfeği omzunda asılı nöbet tutardı. Maalesef projenin tamamlandığını göremedi. 1998'de rakip bir kabileyle silahlı çatışmaya girdi. Bacağına kurşun isabet etti. Yara iltihap kaptı. Sonuçta Gadi can verdi. White, Berkeley'de çalışma masasına Fermuar Adam'ın çerçeveli bir fotoğrafını yerleştirerek saygısını göstermiştir. On beş yıllık zahmetli çalışmanın ardından, 2009'da, keşif uluslararası bir tanıtımla dış dünyaya duyuruldu. Ardi dedikleri iskelete, *Science* dergisi özel bir sayı ayırdı, Discovery Channel ise bu iskelet hakkında belgesel çekti. Uyandırdığı heyecanı hak eden bir fosil varsa, işte budur. Yarı insan yarı kuyruksuz maymun gibi görünen bir hayvan, arka bacakları üstünde iki ayak üzerinde yürüyordu (insanın tipik süpergücü), ama ağaçlara tırmanırken kullandığı kavrayıcı ayak parmakları, kocaman kolları ve elleri vardı. Yüzü insanınki gibi ufak, beyni şempanzeninki gibi minikti.

Ardipithecus insansıdır. Aile ağacının azıcık bizim tarafındadır, kuyruksuz maymun akrabalarımızdan ayrılışımızın sonrasında gelmiştir. Darwin'in zamanından beri, insanların şempanzelerle, gorillerle ve orangutanlarla yakın akraba olduğu biliniyor. DNA babalık testleri bu olguyu kısa süre önce teyit etti. Şempanzeler en yakın kuzenlerimizdir. Genlerimiz aşağı yukarı yüzde 98 ortak. İnsanoğlunun başlangıcını, aile ağacı yolundaki o evrim çatalına yerleştirebiliriz. İnsansılar bir kol oluşturdu, şempanzeler başka bir kol oluşturdu. Ayrım yakın tarihli ve karman çormandı. En az 5 ila 7 milyon yıl önce, geç dönem Miyosen'de başladı, ama, hızlı bir ayrılıştan ziyade uzun bir vedaydı. Öyle görünüyor ki genler yaklaşık 4 milyon yıl öncesine kadar, erken Pliyosen'de

insan ile şempanze arasında gidip gelmeyi sürdürdü. Bu, *Ardipithecus*'un dönemiydi. Fakat, *Ardipithecus*'un şempanzelerden ya da onun gibi görünen bir atadan evrimleştiğini sanmayın. Bugünün şempanzeleri son derece uzmanlaşmış hayvanlardır. İnsanlardan bağımsız olarak devam etmiş en az 4 milyon yıllık evrimin eseridir. Tıpkı bugünün insanlarının, şempanze soyundan 4 milyon yıllık bağımsızlığın ardından son derece uzmanlaşmış olması gibi.

Bu evrimsel değişiklikler, arka planda iklime ve çevreye ilişkin değişimler yaşanırken cereyan ediyordu. Şempanzeler ve insanlar, ayrılmalarından önce, Miyosen'de çoğalmış daha uzak kuyruksuz maymun atalara sahipti. O sıralar hakiki bir Maymunlar Gezegeni söz konusuydu, en azından Eski Dünya'da. Oligosen soğuması sırasında primatların neredeyse ortadan kalkmasının ardından, kuyruksuz maymunlar bütün Afrika'ya ve Asya'ya yayılmış, Avrupa'yı yeniden istila etmişlerdi. Miyosen'de otlaklar yayılıyor olsa da, hâlâ öbek öbek ormanlar mevcuttu. Kuyruksuz maymunlar, ağaçta sallandıkları yaşam tarzına uyum sağladı; bu süreçte çeşit çeşit hareketler yapabilen uzun kollar, omuzlar geliştirdiler, hantal kuyruklarını yitirdiler. Miyosen'in bu en hararetli zamanında Afrika'daki kimi kuyruksuz maymunlar gorile dönüştü. Popülasyonlardan biri Güneydoğu Asya'ya ulaşıp orangutan haline geldi. Kuyruksuz maymunlar bir yandan çeşitlenirken, bir yandan da ağaçlarda hareket etmenin yeni usulleriyle denemeler yaptılar. Bazıları dallarda ayakları üstünde yürüyor, tepelerindeki dallara elleriyle tutunarak kendilerini destekliyorlardı. Ayaklarının yan kısmına basıp sendelerken mobilyaları tutan, yürümeye yeni başlamış çocuğa benziyor olabilirler (yürümeyi öğreniyorlardı, ama, henüz tam halletmiş değillerdi). Yine de bu daha başlangıçtı.

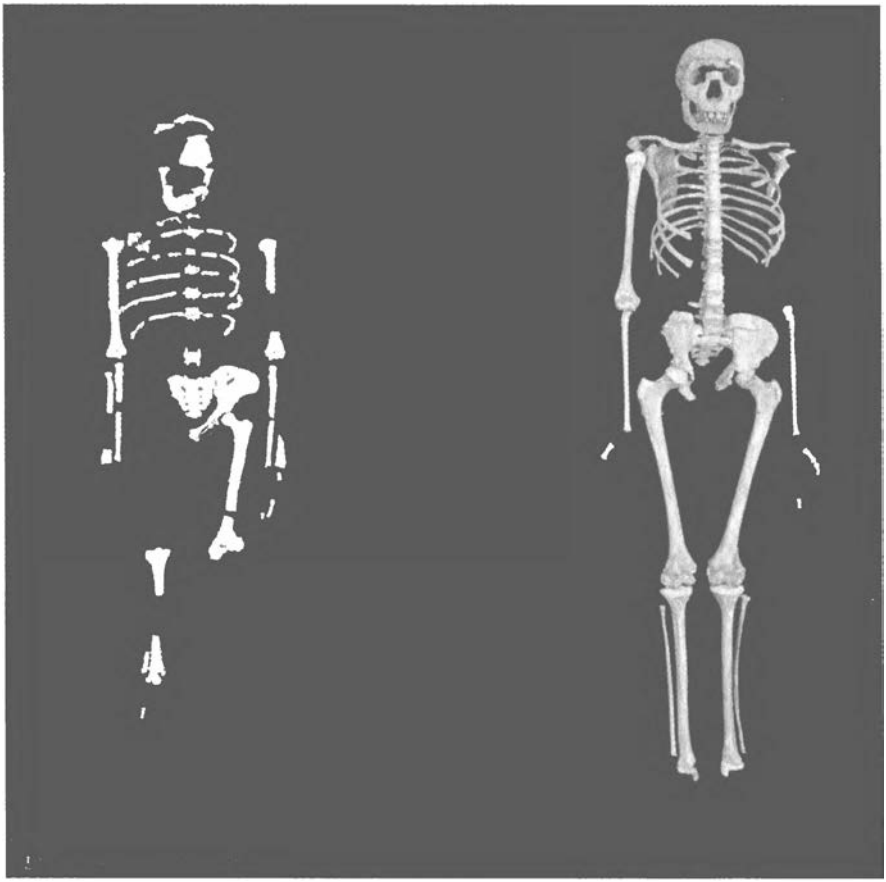
Derken, Pliyosen'de soğuma ve kuruma eğilimi devam etti. Dünyada nöbetler halinde olup biten şey, şimdi Afrika'yı tam vurmuştu. Tropikal ormanlar aşınıp ceplere dönüştü, pek çok alanda ormanların yerini açık otlaklar aldı. Afrika kuyruksuz maymunları buna da uyum sağladı. Büyük Rift Vadisi'nin inanılmaz fosil dizisi bu öyküyü anlatıyor. Bu vadi, Gadi'nin Etiyopya'daki kabile topraklarından başlayıp Kenya ve Tanzanya üzerinden güneye ilerleyen bir yara izine benzer. Afrika yavaş yavaş yarılarak ayrıldıkça, bu vadi derinleşti. Miyosen'den beri çökeltiler ve fosiller biriktiriyordu. Kimi kuyruksuz maymunlar, mesela goriller ve şempanzeler, küçülen ormanlarda kaldı. Fakat, insansılar başka bir yolda ilerledi: Ormandan çıktılar, açık menzile girdiler. Bunun için doğru düzgün yürümeyi öğrenmeleri gerekiyordu.

İki ayak üzerinde dikilmek, öyle yürümek kolay iş değildir. Düşünürseniz, hayvanlar aleminde olağanüstü nadirdir. Platon'un, insanı "kuş tüyünden yoksun iki ayaklı" diye betimlemesinin bir sebebi var. Kuşları (ve dinozor öncüllerini) bir yana koyarsanız, iki ayak üzerinde yürümeyi alışkanlık haline getirmiş, elleri

başka işler yapmak üzere serbest kalmış yegâne hayvanlardan biriyiz. Platon, insanlara özgü başka özellikleri de fark etmişti: muazzam beynimiz, yüksek zekâmız, nesneleri kavrayabilen ve pek çok farklı biçimde tutabilen hünerli ellerimiz, alet kullanmamız, ateşi ehlileştirme yeteneğimiz ve kültürel gruplar oluşturmamız. Bu, insanı insan kılan, şempanzeden, gorilden ya da maymundan ayıran paket anlaşmadır. Bu bileşenlerin nasıl bir araya geldiğine dair nicedir devam eden bir fikir tartışması bulunuyor. Tek seferde mi evrimleştiler yoksa kademe kademe, peyderpey mi evrimleştiler? Özelliklerden biri, ötekilerin evrimini mi tetikledi? Yapı planımızın kimi kısımlarının, Leigh van Valen'in incelemiş olduğu en erken primatlardan miras alınmış kalıntılar olduğunu biliyoruz, ancak, pek çok özellik, insansı soy şempanzelerden ayrıldıktan sonra vücut buldu.

Birleşip bizi insan kılan tüm özellikler içinde, iki ayaklılık ve dik yürüme, ana zemin gibi görünüyor. Gadi'nin *Ardipithecus*'u, evrimleşme usulüne açılan ilk doğru düzgün penceredir. Ardi, arka bacakları üzerinde yürüyebiliyordu. Kalçalarındaki belirgin kas bağlantıları, iki ayaklıların güçlü dört başlı uyluk kaslarına ilişiktir, kuvvetli ve geniş ayakları ise topuğun ve ayak başparmağının yukarı ittirilmesi hareketleriyle yerden kalkabilir. Gelgelelim, sırf yürüyor değildi; hareketli iri ayak başparmağı ve uzun, örümceğimsi kolları, tırmanma teçhizatıydı. Ardi, erken dönem insansıların, ağaca tırmanma özelliğinin yerine zeminde yürüme özelliğini tek seferde geçirmediğini, hem yürüyebildikleri hem tırmanabildikleri, hem ağaçlarda hem otlaklarda vakit geçirdikleri bir aşamada olduklarını gösteriyor. Bunlar genelciydi, fakat yeni toprakları keşif halinde oldukları açıktı. Açık alanlara taşınmalarının sebebi net değildir. Yırtıcılardan mı kaçıyorlardı, yeni gıda tiplerine mi aşeriyorlardı, yoksa ormanlar büzüşürken hayatta mı kalmaya çalışıyorlardı? Bildiğimiz husus şu: Bu erken dönem insansılar, iri beyinleri filizlenmeden ve taştan alet yontmayı öğrenmeden önce iki ayak üzerinde yürüyordu. Dik yürümek, öteki insan icatlarını mümkün kılmış gibi görünüyor; muhtemelen elleri, bir mekândan diğerine hareket görevinden azat ederek ve bu insansıların, beyin dokusuna dönüşebilecek, kaloriden yana zengin yeni gıdalar yemesini mümkün kılarak.

Azıcık daha zaman geçti ve doğal seçilimin kılavuzluğunda, bu yarı-yürüyüşçüler ve yarı-tırmanıcılar, neredeyse tamamen zeminde hareket eden ve yaşayan nizami ikiayaklılara dönüştüler. Dönüşümü tamamlamak için bu insansıların bütün bedeni yenilenmeliydi. Kafa yeniden konumlandı, boyunda öne doğru uzanmak yerine tepeye oturdu. Atlarda, farelerde, balinalarda ve temelde tüm memelilerde yatay yönelimli olan, arka uzuvlara düşey konumlanmış belkemiği dönüş yapıp bacaklara paralel hale geldi, eğimli bir şekle kavuştu. Boynunuz ya da sırtınızın alt kısmı ağrıyorsa, faturayı, anatomilerini bu şekilde yeniden düzenleyen atalarımıza kesebilirsiniz.



Australopithecus (Lucy) ve Turkana Çocuğu (*Homo* cinsinin erken dönem bir üyesi) iskeletleri. (fotoğraf AMNH Kütüphanesi'ne aittir)

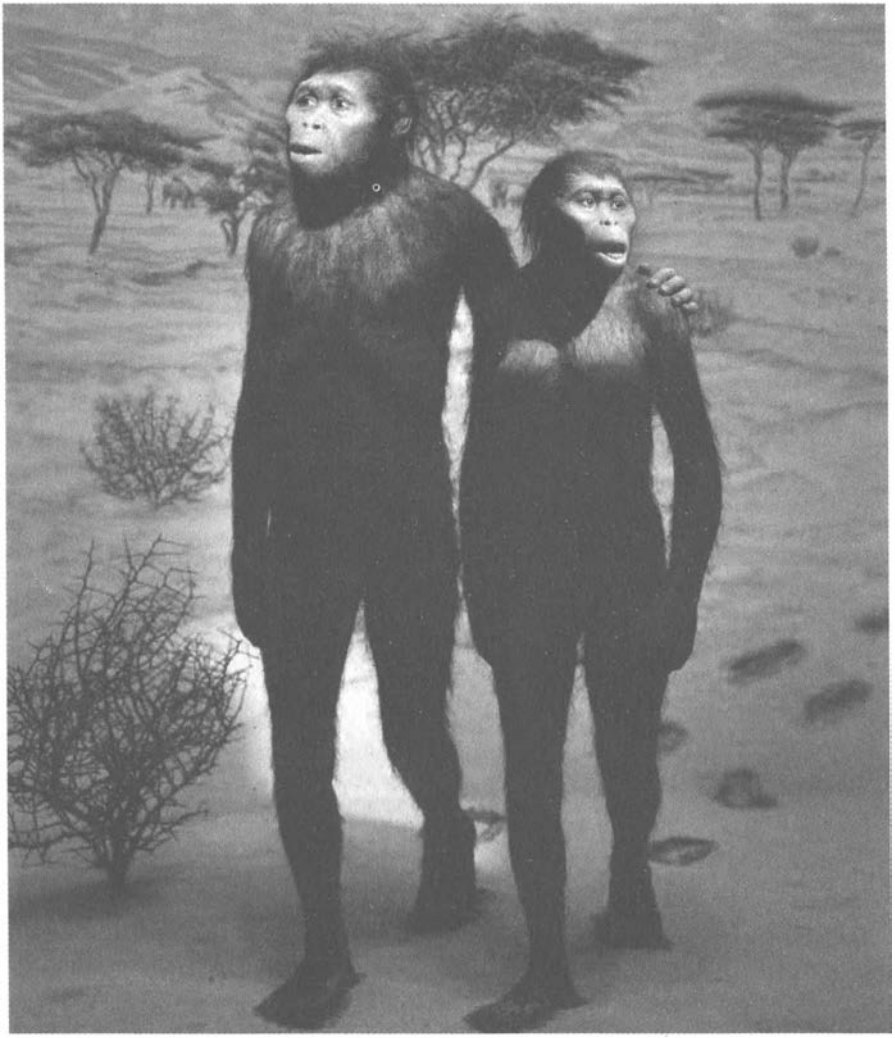
Bu yeni insan profili (uzun boy, dik duruş, bacaklar, sırt, boyun ve baş, kavisli iki ayak üzerinde dengeli duruş), *Australopithecus*'ta görülür. *Ardipithecus*'un azıcık sonrasında yaşamış başka bir erken dönem insansı. *Australopithecus*, en ünlü insan öncülüdür, çünkü şimdiye dek bulunmuş en ünlü fosillerden biri tarafından temsil edilir: 1974'te Etiyopya'da keşfedilmiş olan "Lucy" iskeleti. Kemiklerin topraktan çıkarılması sırasında kampta art arda çalınan Beatles şarkısı "Lucy in the Sky with Diamonds"a ithafen bu ad verilmiştir. Eşkâşifi Donald Johanson, genç Tim White'la birlikte iskelete dair ilk bilimsel betimlemeyi kaleme aldıktan sonra, Lucy'ye kitaplarda ve belgesellerde ün kazandırmaya epey mesai harcadı. White'ın Gadi'yle ve *Ardipithecus*'la tanışmasına daha çok vardı.



Australopithecus kafatası; erken dönem bir insansı ve bizim yakın insan kuzenimiz. (fotoğraflar, sırasıyla, Jose Braga ve Didier Descouens'e aittir)

Australopithecus yürüyüşçüydü. Bundan eminiz. Bu sırf kemik şekline dayanan bir varsayım değil. Çünkü yaklaşık 3,6 milyon yıl önce bu insansıların (belki çok yakın bir akrabasının) iki ya da üç kişilik bir grubu, yeri kar gibi kaplayıp ardından ıslak çimentoya dönmüş yanardağ külü katmanında ayak izlerini bırakmış. Bu izler, sahilde yürürken bıraktığımız ayak izi yoluna benzer. El izi yok, sadece ayak izi var, topuk ve baş parmak girintileri derinken, aradaki kavisin izi hafif. Bu, özgüvenli bir adımın işareti. Gerçi izi bırakanlar pek zeki değildi: *Australopithecus*'un ufak beyni, şempanze beyni gibi örgütlenmişti. Fakat, uzun bir büyüme döneminde yavaş yavaş gelişiyordu. Başka bir deyişle, Lucy ve soyu, bizler gibi uzun bir çocukluk çağından geçiyordu. İnsanın alameti farikalarından biri.

Ardipithecus ve *Australopithecus*'tan hareketle zengin bir insansı aile ağacı filizlendi. Anneanne-kızı-torunu gibi tertipli bir dizide, *Ardipithecus*'un *Australopithecus*'a evrimleştiği, onun da modern insanları doğurduğu basit, merdivenvari bir ağaç değildi. Aile ağacımız daha ziyade, ataların ve kuzenlerin iç içe geçtiği gür, dikenli bir çalılığa benzer. Tarihimizin ilk birkaç milyon yılında bu çalılık Afrika'ya (insanlığın vatanına) güçlü biçimde kök saldı.



İki ***Australopithecus*** Tanzanya'da ayak izlerini bırakıyor, yaklaşık 3,7 milyon yıl önce. (fotoğraf AMNH Kütüphanesi'ne aittir)

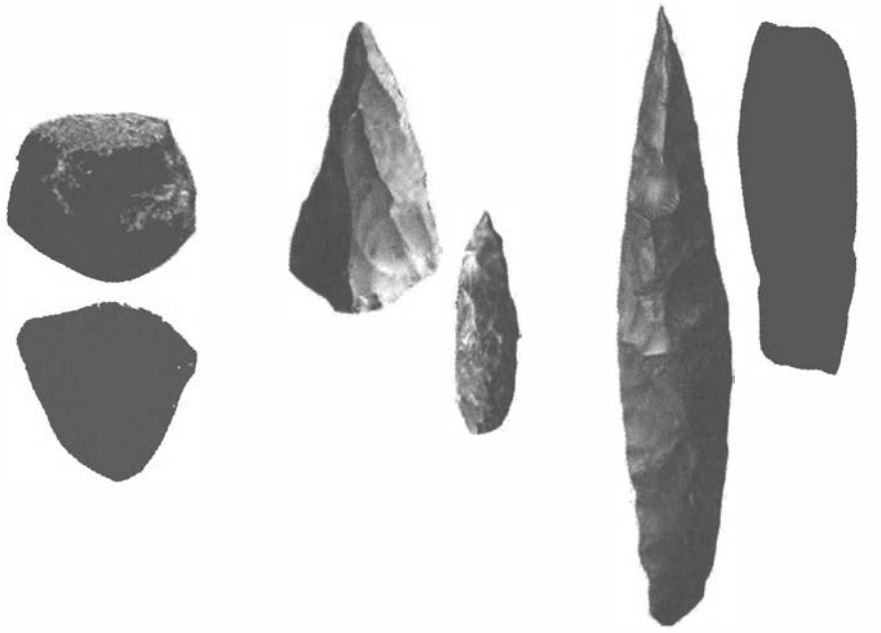
İnsanlar başta Afrika'yla sınırlı endemik bir gruptu. İki ayaklılık, iri beyin, alet kullanımı gibi büyük icatlarımızın hepsi burada gerçekleşti. Afrika yuvamız oldu, dokumuzun parçası haline geldi, tıpkı aslanların, fillerin, ceylanların savana yerlileri olması gibi. En azından orta Pliyosen'e gelindiğinde, yaklaşık 3,5 milyon yıl önce, bütün doğu ve güney Afrika'da sayısız insansı türü yan yana yaşıyordu. Cidden mantıklı: Nasıl birçok kedi, köpek tipi varsa, birçok insan tipi de vardı. Bu türden bir çeşitlilik insanoğlu için normaldi ve kısa süre

öncesine kadar varlığını sürdürdü. Tek modern insan türümüz *Homo sapiens*, çeşitliliğimizin dip noktasıdır, tarihsel normda tam bir istisnadır.

Bütün bu inanılmaz erken dönem insan çeşitliliğinin temelinde beslenme tarzı vardı. Farklı insansı türleri farklı gıdalar üzerinde uzmanlaşmıştı. Gıdayı farklı usullerle temin edip işliyorlardı. En eski insansılar muhtemelen başka kuyruksuz maymunlara benziyordu, çeşit çeşit meyve, yaprak, böcek yiyorlardı. Ormanlardan çıkıp yer yer ağaçlıklı yaşam ortamlarına, ardından otlaklara geçtikçe, bazıları katı gıdalarla beslenir oldu. Kök ve yumru kök gibi daha sert gıdaları öğütmeye yarayan devasa azıdişleriyle ve küçük azıdişleriyle bezeli geniş çeneleri vardı. Bir anlamda, Amerikan Savanası'ndaki o hipsodont atların insan versiyonuydular. Beslenme biçiminde çok daha büyük değişikliğe gidenler de oldu: Bazıları et yemeye başladı. Bu ilk insan etçiller etrafa kartvizitlerini bırakmış. Taş aletlerden kaynaklı kesik izleri taşıyan hayvan kemikleri ilkin 3,4 milyon yıl önce görünmeye başlıyor. Kısa bir süre sonra aletlerin kendisi boy gösteriyor. Bu, arkeolojik kaydın başlangıcıdır. Varlığımız artık sırf fosil kemiklerle, dişlerle, ayak izleriyle belgelenmekle kalmıyor, yaptığımız eşyalarla da kendini ortaya koyuyordu.

Et tüketimi her şeyi değiştirdi. Etteki kalori miktarı, yapraklardaki ve böceklerdeki kaloriden çok daha fazladır. O kaloriler, iri beyinlerin yakıtı oldu. Enerjiden yana zengin, obur öğünler, insanların gıda arayışına daha az vakit ayırması, köklerden ve bitki yapraklarından öğüterek besin elde etmeye daha az enerji ve zaman ayırması anlamına geliyordu. Dişleri ve çiğneme kasları ufaldı, bize davetkâr gülüşümüzü ve ince yüzümüzü bahşetti. Daha fazla boş vaktin anlamı, sosyalleşmeye, iletişime, öğretmeye, öğrenmeye daha fazla fırsat doğmasıydı; kültürümüz filizlendi. Bu esnada alet yapımı da et tüketimi kadar çığır açıcıydı. İnsanlar ilk defa, doğal seçilimin, yeni gıdalar elde etmeye yarayan yeni alet edevat (dişler, pençeler, vesaire) üretmesini beklemek zorunda değildi. Kesicileri, kazıyıcıları, tokmakları kendimiz imal edebilirdik. Esnek ve giderek genişleyen iştahımızın yanı sıra silahlarımızın bu çeşitliliği, uyum yetimizi muazzam güçlendirdi. Yaklaşık iki milyon yıl önce, insanlar sürekli değişim halindeki çeşit çeşit Afrika ortamında yaşıyordu: çayırlar, korular, göl kenarları, otlaklar, kuru bozkırlar, ateşin kavurduğu araziler.

Aile ağacındaki dolaşık atasal dallardan yeni bir insan tipi doğdu. Fosil kayıtlarında ilkin yaklaşık 2,8 milyon yıl önce boy gösteriyor. Kendi cinsimiz *Homo*. Yerel iklim sendeleyip daha yağışsız, daha değişken bir hale yuvarlandığında, akabinde otlar ve açık alanlar arttığında, bu cins (aslında "biz" demeliyim) kendini gösterdi. Erken dönem *Homo*'nun pek çok türü vardı. En yakın akrabalarımızın sınıflandırılması tam bir keşmekeştir. Alçak bataklıklardan *Homo erectus* yükseldi. Kendinden önce gelen insansılara kıyasla daha uzun boyluydu,



Çeşitli insan türlerinin imal ettiği aletler: Muhtemelen ilkel ***Homo*** türlerinin yaklaşık 2 milyon yıl önce Tanzanya'da yaptığı nüve ve doğrayıcı (solda), muhtemelen Neandertallerin yaklaşık 42.000 yıl önce İran'da yaptığı aletler (ortada), ***Homo sapiens***'in Orta Taş Çağı'nda Afrika'da yaptığı alet ve gravürlü, toprakboyalı parça (sağda). (fotoğraflar, sırasıyla, Mercader ve arkadaşları, 2021, ***Nature Communications***; Heydari-Guran ve arkadaşları, 2021, ***PLoS ONE***; Scerri ve arkadaşları, 2018, ***Trends in Ecology & Evolution*** makalelerine aittir)

uzun bacakları üzerinde daha dik bir duruşu vardı, kısa kolları ise ağaçlardan tamamen koptuğuna işaret ediyordu, yüzü daha düzdü, beyni çok daha iriydi. Koşucuydu. Avını uzun mesafeler boyunca kovalardı. Ormanın gölgesinden ayrılıp güneşe çıkan bu tür, memeli kürkünü kaybeden ilk insanlar arasındaydı. Öyle görünüyor ki toplumsal bir türdü, muhtemelen ateşten faydalanıp gıdalarını pişiriyordu, şiddete bilhassa yatkındı. Güzel aletler yapıyordu, mesela armut şekilli el baltaları. Taşçının usta eliyle ince ince yontulmuş bu alet, önceki alet imalatçılarının basit taş yongalarından çok ileriydi.

Homo erectus aynı zamanda geniş alanlar boyunca hareket eden ilk insansıydı. Şu an bildiğimiz kadarıyla, Afrika'yı terk etmiş ilk insansıydı.

İnsan göçünün uzun, dolambaçlı, giderek iddialı hale gelen efsanesi ilkin Afrika'da *Homo erectus*'la başladı. 2 milyon yıl öncesine gelindiğinde, kuzeydoğu Afrika'nın yarık vadilerinden çıkıp kıtanın güney ucuna yayılmıştı. Burada arta kalmış *Australopithecus*'larla karıştılar. *Australopithecus*'lar, kuzeyde soyları

tükendikten yaklaşık yarım milyon yıl sonra dünyanın dibine itilmişti. *Homo erectus* burada durmayacaktı. Güneye uzanan yolculuğu okyanus yüzünden kesildi. Bunun yerine kuzeye yöneldi. Afrika'nın dışına çıktı, önce Ortadoğu'ya, sonra Avrupa'ya, Asya'ya girdi. Burada yazdıklarım, kahramanca bir seferdelermiş iması taşıyor, ama, gerçekte bu *Homo erectus* grupları, Buzul Çağı iklimleri şiddetlenip yumuşarken gıda ve uygun yaşam ortamı peşinden gidiyordu. Yaklaşık iki milyon yıl önce Asya'ya ulaştılar, artlarında buzul tozu yarlarına gömülü taş aletler bıraktılar. Asyalı *Homo erectus*'lar arasında Pekin İnsanı da vardı: Aşağı yukarı 750.000 yıl önce yaşamış bu popülasyonun iskeletleri Pekin taşrasındaki mağaralarda bulundu.

Homo erectus bütün Asya'ya yayılırken, bir kez daha duvara tosladılar. Güneydoğu Asya'nın çeperine ulaştıklarında, çalkantılı mavi denizi görmüş olmalılar. Kıtanın ucuna bir kez daha yuvalandıktan sonra, daha da ileri gittiler. Suyu aştılar. Aslında kahramanca yolculuk tam da budur; bizim için Ay'a uçuş neyse, onlar için bu yolculuk aynı anlama geliyordu. Hayvanların iklim değişikliğine ayak uydurarak göç koridorlarına yayılmasının çok ama çok daha ötesinde bir işti. Bu yolculuk, plan, tasarı ve ekip çalışması gerektiriyordu. Söz konusu *Homo erectus* kabilelerinin su taşıtları inşa etmeleri, bilmedikleri dalgalarda yollarını şaşırmamaları gerekiyordu. Bu işi başarmak için muhtemelen bir nevi dile ihtiyaç duymuşlardır. Nasıl olursa olsun, bu işi başardılar. Hem de defalarca.

Farklı *Homo* popülasyonları farklı adalara ulaştı, en az iki yeni türe dönüştüler: Luzon'da (günümüzde Filipin toprakları) *Homo luzonensis* ve Flores'te (günümüzde Endonezya toprakları) *Homo floresiensis*. Bu insanlar adalara yerleştiğinde, dar alana sıkışan memelilerin sık sık yaptığı işi yaptılar: Ufaldılar. Flores cücesine Hobbit lakabı takıldı. Bunun sağlam bir sebebi var. Yetişkin hali anca bir metreye varan bu tür, taş çatlasa 25 kilo geliyordu, üstelik beyni öyle ufaktı ki şempanze beyni boyutuna inmişti. Fakat, kendi çevresine gayet güzel uyum sağlamıştı. Yüz binlerce yıl tecrit halinde yaşadı. Anca 50.000 yıl önce soyu tükendi, yine gezgin bir insan türünün Güneydoğu Asya'dan geçip Avustralya'ya ilerlediği bir dönemdi.

Homo erectus keşif yoluna koyulmuşken, *Homo* cinsi Afrika'da da evrimleşmeyi sürdürdü. Bu *Homo* popülasyonlarından bazıları Akdeniz kıyıları boyunca ilerleyip Kafkaslara, Balkanlara, bütün Avrupa'ya yayıldı. Kimileri en azından bir süreliğine Afrika'da kaldı. Yaklaşık 300.000 yıl önce, *Homo sapiens*'in ufalanan ilk kemikleri günümüzün Fas topraklarında fosil kayıtlarına girdi. Suratına bakabilseniz, kendinize bakıyormuş gibi hissederdiniz. Bir tanesine takım elbise giydirseniz, kravat taksanız, New York metrosuna bıraksanız, kimse ayırdına varmazdı. Ancak, bu ilk *sapiensler* bizimle birebir aynı değildi. Yüzleri

bizimki gibi düz, ufaktı, ama şişkin beynimize ev sahipliği yapan küre şekilli kafatasımızdan mahrumlardı. Bizim beynimiz, herhangi bir insan türününkine kıyasla en irisiydi (olası bir istisna dışında; aşağıda anlatıyoruz).

Müteakip birkaç yüz bin yılda bütün Afrika'da başka *Homo sapiens*'ler fosilleşti. Çeşit çeşitlerdi. Bazılarının yüzü düzdü, bazılarınınki değildi; bazılarının çenesi ileri çıkıktı, bazılarınınki ufaktı; kaş kemeri belirgin olanlar da vardı, minik bir hat oluşturanlar da; kimilerinde küre şekilli beynin doldurduğu şişkin bir kafa vardı, kimilerinde görüntü daha farklıydı. Öyle görünüyor ki *sapiens*, başka *Homo* türlerinden tertemiz ayrılıp Afrika'nın belli bir köşesinde evrimleşmedi, bunun yerine Afrika'yı kapsayan, daha mozaik bir yapıyla ortaya çıktılar. Bütün Afrika'da erken dönem *sapiens* popülasyonlarının bir kümesi mevcuttu. Kıta çapında bir deney kabında çiftleştiler, göç ettiler, anatomik özellikleri kombinasyonlar halinde harmanladılar, ta ki yaklaşık 100.000 yıl ila 40.000 yıl önce günümüzün klasik insan bedeni planı sabitlenene kadar. Ufak ve düz çehre, sivri çene, sağ ve sol gözlerin yukarısında burnumuzun üstünde ayrılan küçük kaş kemeri ve kafatasımızı balon gibi dolduran heybetli bir beyin... tüm bunlar, insansı, primat ve memeli atalarımızdan miras aldığımız nice özelliğe eklendi.

Modern tarzdaki *sapiens* bedenlerimizin şekle kavuştuğu dönemde fevkalade birkaç olay daha cereyan etti.

Birincisi, insan popülasyonu büyüyor, teknolojik ve bilişsel icatlar yayılıyordu. Bedenimizdeki değişiklikler gibi bunlar da tek seferde olmadı, farklı *sapiens* popülasyonları yeni aletler, yeni düşünme tarzları geliştirirken birbirleriyle temas kurdular ve zamanla kaynaştılar. Yaklaşık 50.000 yıl önce aletler ve insan eseri başka nesneler incelik kazandı. İnsanlar çeşit çeşit süs ve sanat eseri üretmeye, ölülerini daha karmaşık usullerle defnetmeye, belirli amaçlar uyarınca koca koca alet takımları imal etmeye (silah uçlarından matkaplara, oyma aletlerinden bıçak dilgilerine), arkeolojik malzeme olarak günümüze ulaşacak kadar karmaşık ve dayanıklı barınaklar, yapılar inşa etmeye başlamışlardı. Öyle görünüyor ki insanlar aşağı yukarı bu dönemde modernleşti; sadece görünüşleri bakımından değil, düşünme, iletişim kurma, ibadet etme, etraflarındaki dünyada anlam arama tarzları bakımından da. O insanlar bizdik.

İkincisi, bu insanlar (*Homo sapiens*, yani biz) tekrar harekete geçmişti. Fiiliyatta muhtemelen daima hareket halindeydik, Akdeniz çevresinde zikzak çizip Asya'ya girmiştik, ama, buz örtülerinden dolayı kuzeyde çok ilerleyememiştik. Bir Yunan mağarasında bulunup 2019'da betimlenmiş, yaklaşık 210.000 yıllık *sapiens* kafatası, bu eski göçlerden birinin kanıtı olabilir. Derken aşağı yukarı 50.000 ila 60.000 yıl önce, ara sıra gerçekleşen deniz baskınlarının tsunamiye dönüşmesiyle *sapiens* Afrika'dan dışarı sökün etti. Kendilerinden



Homo sapiens beyin bölgesinin evrimi; Kuzey Afrika'da bulunmuş yaklaşık 300.000 yıllık daha düz kafatasından, Doğu Akdeniz'de bulunmuş yaklaşık 95.000 yıllık fosilin daha küresel şekline evrimleşmesi. (fotoğraf Scerri ve arkadaşları, 2018, ***Trends in Ecology & Evolution*** makalesine aittir)

önceki herhangi bir *Homo sapiens* ya da *Homo erectus* grubundan daha ileriyi zorladılar, 50.000 yıl önce Avustralya'ya eriştiler, 30.000 yıl ila 15.000 yıl önce buzularası evrede beliren Bering Kara Köprüsü'yle Kuzey Amerika'ya geçtiler, ardından hızla Güney Amerika'ya ilerlediler. Bundan da sonra en uzak Büyük Okyanus adalarına yerleştiler, Antarktika'nın buz tarlalarına, derken 1969'da Ay'a ayak bastılar.

Sapiens dalgası Afrika'dan ayrılıp önce Avrupa ve Asya'ya girdiğinde, başka insanların yerleşik olmadığı bakir topraklara gelmiş değillerdi. Hayır, en azından iki ayrı türle karşılaştılar. İkisi de yakın akrabaydı, *Homo* cinsi kapsamında sınıflandırılmışlardır: Avrupa'da Neandertaller, Asya'da Denisovalılar. Bu insanlar, daha eski *Homo* gezginlerinden sürgün vermişti. Klasik *Homo sapiens* beden planımıza dayalı sabit bir tür haline gelmeden önce, etrafta aylak aylak dolaşıyorlardı.

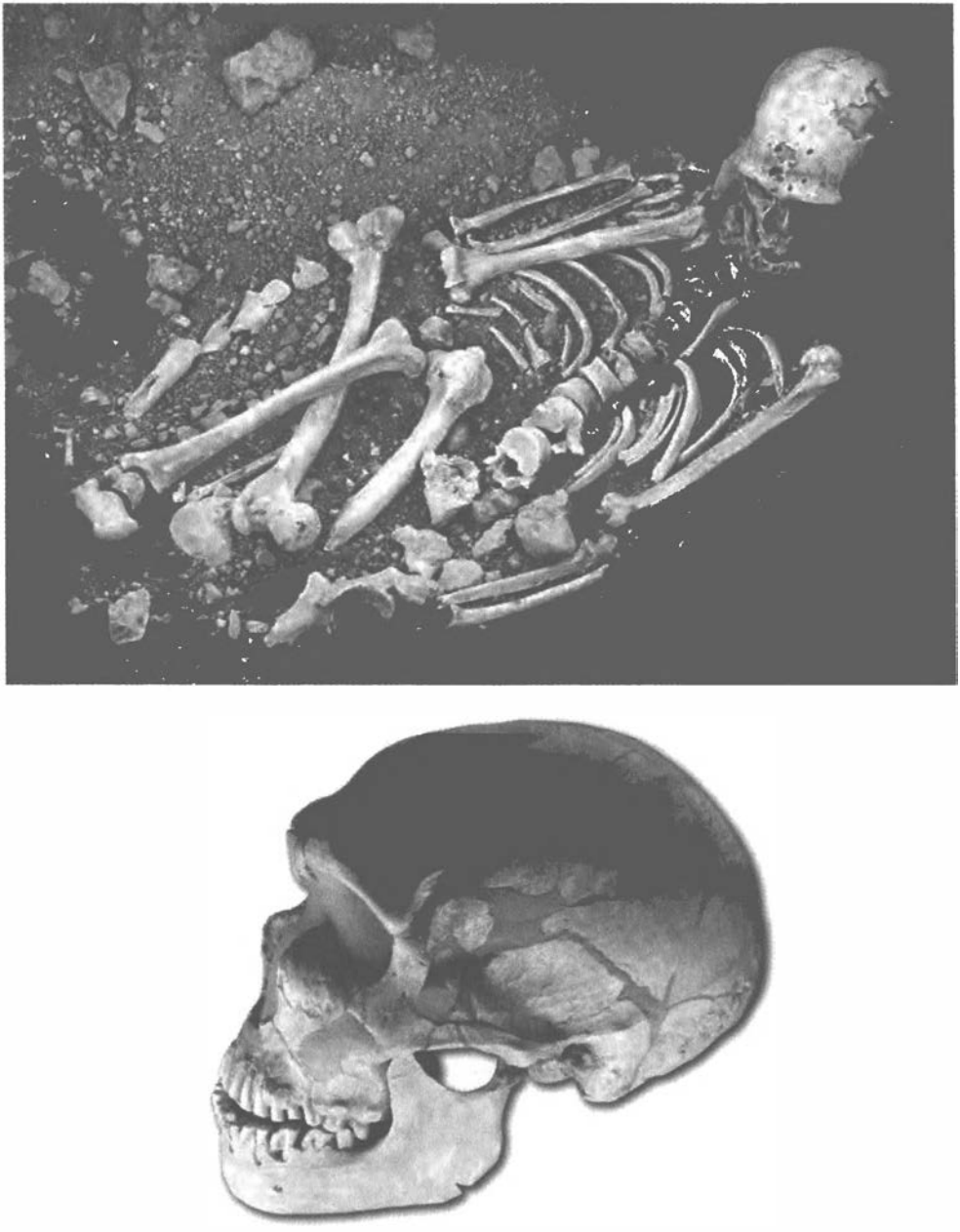
Kendinizi mamut derisinden yapılma makosenleriyle uzak *sapiens* yoldaşlarımızın yerine koyun. Afrika'nın sıcak köşelerinden ayrılmışsınız, tüylü mamutların gezindiği, kilometre kalınlığında buz kalıplarının kuzeyden yanaştığı Avrupa bozkırlarına yerleşmişsiniz. Soğuk rüzgârlardan korunmak için bir mağaraya sığınmışsınız. Mağara duvarlarında titrek bir ışık dans ediyor. Kırmızı toprakboyasıyla resmedilmiş geyik, at şekillerini aydınlatıyor. Işık yaklaşıyor, bir hayvan gölgesi resmin önünden sıçrayarak geçiyor. Korkuyla siniyorsunuz. Size benzeyen, ama, biraz daha yapılı, kolları, bacakları daha kısa, kocaman burunlu, darmadağınık saçlı biriyle karşılaşıyorsunuz.

Sapiens'ler, Neandertallerle tanışın. Atalarımız, Avrupa'nın bu yerel insanlarıyla temas kurduğunda, salyası akan, ağzından soluyan, alık bir basmakalıp mağara adamıyla yüz yüze gelmediler. Neandertaller pek çok bakımdan bize benziyordu. Beyinleri bizimkiyle aşağı yukarı aynıydı. Kültürleri vardı. Toplumsal canlılardı. Muhtemelen resim yapıyorlardı, ölülerini defnediyorlardı, bitkilerden ilaç yaparak hastalarına bakıyorlardı; mücevher takıyorlardı, belki makyaj yapıyorlardı; ateş yakıyor, merasimler yapıyor, sarkıtlardan ve dikitlerden yapılar inşa ediyorlardı (belki ruhani mabetler). Muhtemelen konuşabiliyorlardı.

Doğuya gelince, Asya'daki Denisovalılar hakkında çok daha azını biliyoruz. Aslında, 2008'de bir Sibirya mağarasında genç bir dişinin tek parmak kemiği bulunana kadar haklarında hiçbir şey bilmiyorduk. 2010 yılında genom dizisi okundu. Son derece olağandışı olan genetik kodunun şaşırtmadığı paleontolog yoktu. *Sapiens* ve Neandertal genetik kodundan ayrıydı. Yeni bir türe işaret ediyordu. Hâlâ yalnızca bir avuç kemikten bilinen hayalet bir tür. DNA'sı hakkındaki bilgimiz, görüntüsüne ve davranışlarına dair anlayışımızı uzak ara gölgede bırakıyor. En az 195.000 yıl öncesinden itibaren Asya'nın büyük kısmına yayıldıklarını biliyoruz; en eski Sibirya mağarası fosilinin yaşına denk. Tibet'e bile ulaşmışlar. Bu süreçte kan hemoglobinleri öyle değişmiş ki Dünyanın Çatısı'nda, zorlu rakımlarda hayatta kalmak için vücutlarına daha fazla oksijen çekebiliyorlarmış. Peki, Denisovalılar neye benziyordu? Yüzleri bize tanıdık gelir miydi? Beyinleri ne kadar iriydi? Kültürleri var mıydı, sanat üretiyorlar mıydı, din icra ediyorlar mıydı? Denisovalı iskeleti (bana göre), paleoantropolojinin en olağanüstü ödülüdür, Ardi ve Lucy kadar ünlü olacağı kesin.

Peki, Afrikalı *sapiens* atalarımız Avrupalı Neandertallerle ve Asyalı Denisovalılarla buluştuğunda neler olup bitti? Birbirimizden çocuk yaptık; on binlerce yıl sürmüş, kıtalara yayılmış, çılgın bir sefahat karnavalı misali.

Üç farklı tür olsak da, genetik değiş tokuşun gerçekleşebileceği kadar yakın akrabaydık; gerçekten de genetik malzeme takası olmuştur. Neandertaller ve Denisovalılar çiftleştiler. Doğurgan yavrulara can verdiler. Aynı Sibirya mağarasında tek bir kemiğin yine beklenmedik keşfiyle bu durum kanıtlandı. Bu keşif 2018'de duyuruldu. Akılda kalan lakaplar genelde uzuv kemiği parçasına değil iskeletlere takılır, ama, Denny, ismini hak ediyor. Kemik parçasının ait olduğu on üç yaşındaki kız, ilk nesil melezdi. Annesi Neandertal, babası Denisovalı'ydı. *Sapiens* atalarımız da hem Neandertallerle hem Denisovalılarla çiftleşti. Tüm bu rastgele cinsel münasebetler, genomumuza katkıda bulundu. Günümüzde Doğu Asya ve Okyanusya halklarının genlerinin yüzde 0,3 ila 5,6'sı Denisovalı genleriyle ortaktır; Afrikalı olmayan halklar ise (bendeniz dahil) yüzde 1,5 ila 2,8 Neandertaldir. (Günümüzün Afrikalıları çoğunlukla, Afrika'da kalmış *sapiens* popülasyonlarından türedi, dolayısıyla ataları, Avrupalı



Neandertaller: Fransa, Chapelle-aux-Saints'de olası defin mevkisinin rekonstrüksiyonu (üstte) ve Fransa, Le Ferrassie'den bir kafatası (altta). (fotoğraflar, sırasıyla, Wikipedia 120 & V. Mourre ve Wikipedia 120'ye aittir)

Neandertallerle karşılaşmadı.) O halde aile ağacımız merdiven şeklinde değildir, aslında çalılık şeklinde bile değildir. Çarpık, ezilmiş, birlikte büyüyen pek çok çalının oluşturduğu bir çalı duvarına benzer.

Homo sapiens Afrika'nın dışına yayıldığında, dünyaya açıldığında, artık hiçbir şey aynı olmayacaktı. Bir yandan ilerlerken diğer yandan avladık. Ateşe verdik. Yanımızda başka hayvanlar taşıdık. Bunlar, istilacı türlerden oluşan gezgin mini ekosistemlerdi. En istilacısı da bizdik. Fethettik, yerleştik, öldürdük. Pek çok Neandertal ve Denisovalı muhtemelen *sapiens* mızraklarının ucunda can verdi. Geri kalanı temelde içimize karıştı; hem genomlarımızda, hem de belki *onların bize* öğretmiş olduğu ileri davranışlarda, merasimlerde, alışkanlıklarda yaşıyorlar. Nihayetinde, yaklaşık 40.000 yıl önce, Neandertaller ve Denisovalılar artık yoktu, *Homo erectus*'un sona kalan ada kalıntıları da (mesela Flores Hobbiti) yok olmuştu.

İnsanlığın genişleyen aile ağacı budanmış, tek türe inmişti. Nereden geldiğimize kafa yoracak tek tür biz kalmıştık.

***

Homo sapiens Afrika'dan çıkıp bütün dünyaya yayıldığında, başka insan tipleri dışında, aşina olmadığımız birçok hayvanla da karşılaştık. Tüylü mamutlar, kılıçdişli kaplanlar, Thomas Jefferson'ın Kuzey Amerika'daki yer tembelhayvanları. Başka dev tembelhayvanlar, araba boyutunda armadillolar, Charles Darwin'in Güney Amerika'daki tuhaf toynaklıları. Avustralya'da canavarımsı keseliler (tonluk vombatlar ve düz, buruşuk suratlı kangurular). Buzul Çağı megafaunasıyla karşılaştık. Ardından o megafauna da büyük ölçüde silindi gitti.

Bu ölümler son 50.000 yılda, Yakın Zaman Yokoluşu denen dönemde gerçekleşti. Eşit dağılmış bir yokoluş değildi. Ölümler okyanusta değil neredeyse bütünüyle karada gerçekleşti, ayrıca kurbanlar hemen hemen bütünüyle iriydi, pek çoğu da memeliydi.

Kuzey Amerika'da Buzul Çağı'nın en şiddetli döneminde, 44 kilodan ağır yaklaşık kırk memeli türü vardı; günümüzde bir düzinesi hayatta kaldı. Bir tondan ağır her hayvan öldü, bir ton ile 32 kilogram arasısındaki tüm memelilerin yarısı telef oldu. Zaiyat arasında Kuzey Amerika'nın son filleri (mamutlar ve mastodonlar), tek sayıda ayak parmaklı tektoynaklılar (atlar) vardı. Daha beteri Güney Amerika'da atların başına geldi: Elliden fazla iri memelinin nesli tükendi (megafaunanın en az yüzde 80'i), Darwin'in Toynaklıları'nın her biri ve tüm büyük tembelhayvanlar, armadillolar dahil; geride sadece mütevazı modern kuzenleri kaldı. Bu esnada Avustralya'da, 44 kilodan daha ağır her şey gözden kayboldu, mesela dev vombatlar ve "keseli aslanlar." Eski Dünya'da durum daha iyiydi. Avrupa'da ve kuzey Asya'da iri memelilerin yaklaşık yüzde 35'i

can verirken, Güneydoğu Asya ve Afrika, kayıpların sancısını pek hissetmedi. Bugün iki tonun üstünde seyreden "süper megafauna" yalnızca burada (Afrika savanalarında ve Asya'nın yağmur ormanlarında) kaldı: filler ve gergedanlar.

Tüm bu ölümler normal değildi. Yakın Zaman Yokoluşu, 66 milyon yıl önce göktaşının dinozorları öldürmesinden beri gerçekleşen en kapsamlı ölüm olayıydı. Öyle ki hem PEIA küresel ısınma artışının hem de Buzul Çağı'na ani geçişin öldürme gücünü uzak ara gölgede bırakır; ayrıca yoğunlukla iri bedenli türlere odaklanmış yegâne memeli yokoluşuydu. Mantık çerçevesinden bakınca, iri memelilerin olası ölüm nedenlerini anlamak zor değil. İri hayvanların üreme hızı düşüktür. Ufak hayvanlara kıyasla daha az yavru üretirler, bunların gelişmesi daha uzun sürer. Dolayısıyla, popülasyon yapısını bozan ve yavru ölüm oranını artıran herhangi bir kuvvet, yavaş üreyen bu iri bedenli hayvanları devirebilir. Peki, bunu ne yapmış olabilir? Bu soru, hararetli fikir tartışmaları doğurdu. Bütün şiddetiyle de devam ediyor.

En bariz yanıt biziz: insanlar. Bizi parmakla işaret eden birkaç münasebetsiz ipucu var. Kuzey Amerika'nın, Güney Amerika'nın, Avustralya'nın (*Homo sapiens*'in yakın tarihli göçlerine dek, herhangi bir insan tipinin dokunmadığı kara kütlelerinin) karizmatik megafaunasının neredeyse tamamı, biz geldikten sonra yok oldu. İnsanların koca bir türü yeryüzünden silebileceğini de biliyoruz. Son bin yılda bizler adadan adaya sıçrarken, Mauritius'ta dodo kuşları, Falkland Adaları'nda tilkiler, Tasmanya'da "keseli kurtlar," Madagaskar'da lemurlar ve daha pek çoğu, bizim ardımızdan öldü. Kayıtlı tarihte adalarda itlaf yapmışsak, öncesinde koca koca kıtalarda da türlerin kökünü kurutmuş olmamız olası. Buradan hareketle paleontolog Paul Martin, Buzul Çağı megafauna yokoluşları için kendi "yıldırım harekâtı" hipotezini öne sürdü: *Homo sapiens* yeni kıtalara girdiğinde, bir nevi katil dalgası gibi karaya yayıldık, son ferdine kadar iri memelileri resmen avlayıp öldürdük.

Asap bozucu, kasvetli ve kışkırtıcı bir fikir. Fakat yine de yıldırım harekatı kuramında gedikler var. En büyük sorun şu: Tüm o leşler nerede? Düzinelerce iri memeliyi avlayıp öldürmüşsek, Yakın Zaman fosil kaydı, bıçak yarası taşıyan doğranmış mamutlarla ve kılıçdişlilerle dolu olmalı. Birkaç örneği var: Bu bölümün başında anlattığımız öykü, bacaklarını koparan taş aletlerle birlikte Wisconsin'de bulunmuş, uzuvları kesik iki mamuta dayanıyor. Gerçi bunlar nadirdir ve başka bir iri Kuzey Amerika memelisi olan bizonun alet izleriyle bezeli kemikleri yanında sayıları çok azdır, üstelik böyleyken bile bizon günümüze ulaşabildi! Keza, aletlerle doğranmış Güney Amerika yer tembelhayvanları ve dev armadilloları biliniyor, ama, tam güç saldırıya göre sayıları beklenenden çok düşük. Avustralya'yı da es geçmeyelim: Şimdiye dek insanların öldürdüğü bir megafauna keselisine işaret eden tek bir ikna edici vaka görülmedi.

Suç mahallerinin noksanlığı, daha hileci, daha farklı bir katile işaret ediyor olabilir. Pek çok paleontoloğun gözünde diğer bariz şüpheli, iklim değişikliğidir. Nihayetinde megafauna Buzul Çağı'nda yaşıyordu ve son 50.000 yılda iklim, sıcaklık ve yağış miktarı olağanüstü değişti. Kuzey Amerika'nın büyük kısmı 26.000 yıl öncesine kadar buzla kaplıydı. Ardından, 11.000 yıl önce buzullar çekildi. Avustralya artık buzla örtülü değildi, fakat, şiddetli soğuğa ve kuraklığa maruz kalıyordu. Bu iklim değişikliklerinin bazıları muhtemelen insanların göç etmesini mümkün kıldı, ama, belki de megafauna üzerinde zıt etkileri olmuştur. Soğuktan sıcağa, kuru havadan yağışlı havaya geçişin darbesiyle başa çıkmayıp ölmüş olabilirler. Fakat, bu hipotezde de göze çarpan bir sorun var: Buzulların ilerlemesi ve geri çekilmesi, Buzul Çağı sırasında düzinelerce kez cereyan etti. Megafauna daha önce buzul ve buzularası evrelerin iniş çıkışlarıyla gayet güzel başa çıkmıştı. Yakın Zaman neden farklı olsun (2 milyon yıllık zaman zarfının sadece son 50.000 yılı)?

Sebep insanlar. Son buzul-buzularası evre döngüsü, koca Buzul Çağı'nda *Homo sapiens*'in bütün dünyayı mesken tutmuş olduğu tek dönemdi.

Megafauna yokoluşuyla ilgili fikir tartışması sürerken, muhtemelen insanların ve iklimin yan yana iş görmesinin felaketi getirdiği giderek netlik kazanıyor. Megafaunanın bir kısmını kesinlikle avlamış olsak da, olasılıkla onları yıldırım harekâtıyla falan yok etmedik. Nice başka usulle de hayvanları öldürebiliriz. Üstelik bunlar, savaş meydanına yayılmış leşlerde fiziksel iz dahi bırakmaz: Hayvanları topluca katletmek yerine, nesiller içinde av hayvanı türlerinin aşırı tüketimi, ekosistemleri mahveden egzotik türlerin getirilmesi ve arazi açmak için ateş kullanılması gibi çevresel yıkımlar. Bunlara iklim değişikliğini de eklerseniz, güçlü bir kokteyl olur. Modern dünyamız için iç karartıcı bir ihtimal.

İnsanlar ve iklim tam olarak nasıl bir araya gelip megafaunayı öldürdü? Hâlâ öğrenecek çok şey var, ama, Kuzey Amerika ve kuzey Avrasya megafaunalarına ilişkin ilginç bir araştırma, potansiyel mekanizmalardan birini ifşa ediyor. Son 50.000 yılda, hızlı ısınma nöbetlerinde iri memelilerin yokoluşu yoğunlaştı. Bu nöbetler, iklimi sarsıp sabit halden çıkardı. Kemiklerden elde edilen DNA, bu ısınma aralıklarında megafauna popülasyon boyutunun ufaldığına, ama, farklı popülasyonları harmanlayan yayılmalar aracılığıyla normalde zamanla tazeleneceklerine işaret ediyor. Tüm bunların sebebi iklim olabilir. Fakat, eğer insanlar, popülasyonlar arası o bağlantıları kesmişse, oraya buraya dağılmış küçük megafauna gruplarındaki düşüşler bütün kıtada bir araya gelmiş, böylece iklim sebepli yerel nüfus daralmalarını, insanların yol açtığı topyekûn yokoluşlara dönüştürmüş olabilir.

Nihayetinde, tüm megafauna yokoluşlarının sebebi iklim ve insan etkisinin bu dominovari dizilimi olmayabilir. Hiç şüphesiz bir parça değişkenlik mevcuttu. Farklı memeliler farklı sebeplerle ölmüş olabilir, üstelik yokoluş, farklı mekanlarda olasılıkla farklı hızlarla cereyan ediyordu. Amerika kıtasında ışık hızıyla seyretmiş, iri memelilerin çoğu, insanların gelişinin birkaç bin yıl ardından yok olmuş olabilir. Fakat, Avustralya'da daha yavaştı. İnsanlar buraya daha erken dönemde geldi; bu toprakların serin, kuru iklimi, Kuzey Amerika'daki buzul-buzularası evre geçişinden farklı sıkıntılar doğurmuş olabilir. Ayrıca Afrika ve Güneydoğu Asya yokoluşları (daha doğrusu buralarda cereyan etmemesi) konusuyla de boğuşmalıyız, fakat, belki de mesele, insanların (*Homo sapiens*'in ve pek çok başka türün) yanında milyonlarca yıl yaşamış olan bu memelilerin, bizimle birlikte evrimleşmesi, numaralarımıza uyum sağlaması kadar basit olabilir.

Olay şuna indirgeniyor: İnsan türümüz bütün dünyaya yayılmamış olsa, megafaunanın büyük kısmı hâlâ hayatta olurdu. Belki hepsi değil ama muhtemelen çoğunluğu. *T. rex* ve *Triceratops* gibi dinozorlar göktaşına kurban gitti. Mamutlara ve kılıçdişlilere gelince, onların göktaşı bizdik.

***

Bizler megafaunayı öldürürken, daha önce hiçbir memelinin yapmadığı bir şey yapmaya da başladık. Kendi memelilerimizi yaratmaya koyulduk.

Aşağı yukarı 23.000 yıl önce Sibirya'da, en yakın tarihli buzul azamisi döneminin zorlu geçen orta kısımlarında, hem *Homo sapiens* hem kurtlar, buz coğrafyasında kapana kısıldı. Etkileşim kurduk. Muhtemelen en başta kısa süreliğine. Kurtlar, sakınmamız gereken vahşi yırtıcılardı, ancak, içlerinden bazıları kamp ateşlerimizin etrafında takılmaya başladı. Mamut mangalın kokusu, göz ardı edemeyecekleri kadar büyüleyiciydi. Bu konuda pek bir şey yapamazdık. Kurtlar sık sık geri geliyordu. Etrafta vakit geçirmeye başladılar. Artıklardan nasiplendiler, belki ara sıra onlara mamut kemikleri fırlattık. Yanımızda yaşamayı, bize avda yardım etmeyi, bozkırda vazgeçilmez yoldaşlar olmayı öğrendiler. Bizimle birlikte yaşamakla kalmadılar, onların bakımını üstlendik, üremelerini denetim altına aldık, genlerini tadil edip uysallaştırdık. Bu kurtlar köpeğe dönüştü. Evcilleştirilmiş ilk memeli türü. Sibiryalı *sapiens*'ler Bering Kara Köprüsü'nü geçip yeni topraklara, Kuzey Amerika'ya girdiğinde, yanlarında köpekleri de getirdiler. Köpekleri Avrupa'ya da götürdüler, bütün dünyaya yaydılar. Dachshund, fino ya da golden retriever köpeğiniz, ilk defa evcilleştirilmiş bu Buzul Çağı kurtlarının soyundan geliyor; bugün yaşayan aşağı yukarı bir milyar köpek de öyle.

Kurtlarla yetinmedik. Yolculuk ettikçe, gıda ve güvenlik karşılığında ihtiyaçlarımıza göre yontabileceğimiz başka hayvanlar da aradık; karşılıklı fayda

etrafında ortaklaştık. Gıdamız olabilecek, gıda elde etmemize yardım edebilecek, taşıma işlerini yapacak ya da bize yoldaşlık edecek hayvanların peşinden gittik. En az yirmi beş kez yabani bir hayvanı alıp seçici üreme vasıtasıyla nihayetinde denetim altına alabileceğimiz bir canlıya dönüştürdük; doğal seçilimin insanla çalışan versiyonu. Rastgele mutasyonun kaprislerinden ziyade bizim gözetimimizde iş gören bir seçilim. Bu üreme deneylerinden milyarlarca domuz, koyun, inek ve başka memeliler doğdu. Bunlar gezegenimizin ayrılmaz parçasıdır ve bugün dünya biyokütlesinin kocaman bir kısmını, tüm yabani memelilerin saf kas, deri, kemik ağırlığının yaklaşık on dört katını meydana getiriyorlar.

Bu evcilleştirmenin büyük kısmı, yaklaşık 12.000 ila 10.000 yıl öncesinden itibaren başlayan furyada meydana geldi. Taş Devri'nin son kısmı olan Neolitik dönemdi. Aşağı yukarı 40.000 yıl öncesinde *sapiens* beden planımızın ve ileri biliş seviyemizin gelişmesinin ardından insanlık tarihinde sıradaki büyük adım buydu. Neolitik dönemde, Tarım Devrimi'ne kılavuzluk eden bitkileri nasıl evcilleştireceğimizi de öğrendik. Yaşam tarzımız hızla değişti, göçebe avcı-toplayıcı halden çıkıp daha yerleşik hayata geçildi. Pek çok insan şehirlere, köylere yerleşti. Tarlalarımız, sulama kanallarımız ve binalarımız, araziyi dönüştürdü; faaliyetlerimiz, megafaunaya yaptıklarımıza kıyasla çok daha büyük çevresel yıkıma yol açtı. Her zaman ulaşılabilen hazır gıda kaynakları sayesinde, nüfusumuz üstel hızla arttı. O gıdayı üretmek için herkesin değil, yalnızca bazı insanların mesai harcaması gerektiğinden, çoğalan soyumuz yeni görevlerle ilgilenecek serbestliğe kavuştu. İşbölümü doğdu, toplumlar yaratıldı. Bazılarımız doktor, rahip, mimar, kurye, inşaatçı, öğretmen, siyasetçi olabildi.

Bilim insanı da. Çeyrek yüzyılı azıcık aşkın süre önce burada, şu an öğretmenlik yaptığım, kalem oynattığım Edinburgh Üniversite'sinde bir bilim insanı, uzun süredir imkansız olduğu düşünülen bir iş yaptı. Ian Wilmut yetişkin bir koyunu aldı (Neolitik dönemde evcilleştirilmiş zirai türün sayısız torunundan biri), kopyasını üretti. İlk memeli klonu Dolly. Artık klonlama neredeyse olağanlaştı. Öyle ki insanlar on binlerce dolar ödeyip sevgili evcil kedilerinin, köpeklerinin kopyalarını yaptırabilir; elbette ikisi de evcilleştirilmiş memelidir.

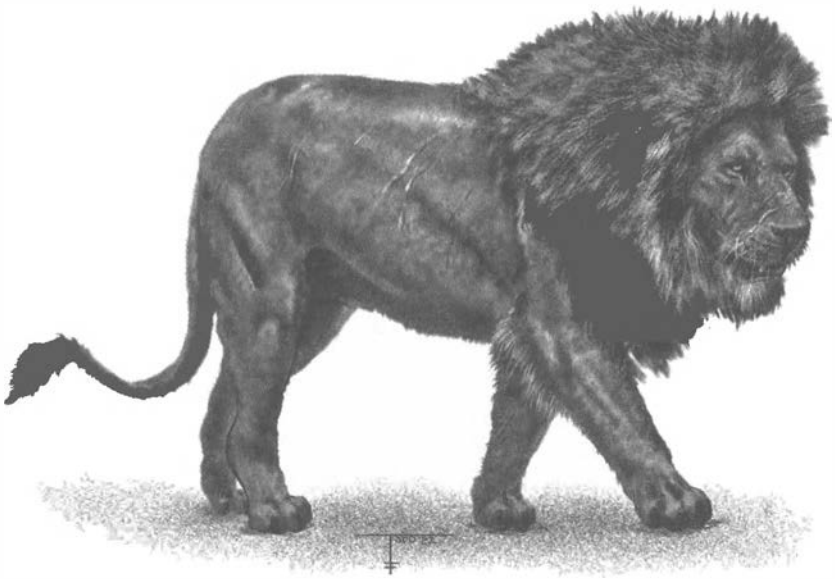
Klonlama teknolojisi hızla ilerliyor, kaçınılmaz bir muammaya doğru yol alıyor: Acaba insanlar kendini klonlayabilir mi (ya da klonlamalı mı)? Büsbütün ortadan kalkmış bir şeyi geri getirmek için klonlama tekniğinden faydalanma hakkında da sürekli çene çalınıyor: tüylü mamutlar. Sibirya'daki o mamut avcıları, genetik malzeme içeren donmuş mumyalar buldu. Böylece mamut genom dizisi bütünüyle okunabildi. Mamutlar, modern Hint filleriyle çok yakın akrabadır. Hint fili, mamut klonu için potansiyel "anne" tür olabilir. Mamut yaratmak kesinlikle kolay olmayacak. Etik açıdan ve ahlaken kabul edilebilir mi diye fikir tartışması yürütebiliriz (atmosfere boca ettiğimiz onca karbondioksit

varken, kısa süre sonra hava, hiçbir mamutun görmediği kadar sıcak olacak), ama, sanırım bu iş olacak, başaran kişiye de Nobel Ödülü verecekler.

Tüm bunlar gerçekleşirse, önümüze çok nadir bir fırsat çıkacak: Günahlarımızı telafi etme ve biz olmasaydık varlığını sürdürebilecek bir canlıyı diriltme şansı.

SONSÖZ

GELECEĞİN MEMELİLERİ



Afrika aslanı

Temmuz ayının ikinci yarısı. Chicago'dayım. New Mexico'da topraktan memeli fosili çıkardığımız saha çalışmam sona erdi. Uçakla İskoçya'ya dönmeden önce anne babamla ve erkek kardeşimle birlikte geçirebileceğim nadir haftalardayım. Bugünkü gibi bir günde (kaldırımdan yansıyan yaz sıcağı; fırtına bulutları toplaşırken nemden yapış yapış olmuş bir hava), 10.000 yılı azıcık aşkın süre önce bu alanın buz örtüsü altında olduğuna inanmak imkansız. Buz gitti gitmesine, ama ardında kendinden bir parça bıraktı. Rüzgârlı Şehrin esintilerinin geldiği Michigan Gölü, buzul eriyik suyunun dev bir birikintisidir.

Gölün yaklaşık yüz elli kilometre batısında, Lincoln Parkı Hayvanat Bahçesi'ndeyiz. Mamut avcıları bir zamanlar burada, Bering Kara Köprüsü'nü aşıp Yeni Dünya'ya girmelerinin üzerinden henüz çok zaman geçmediği bir dönemde kamp kurmuştu. Mirasçıları olan birçok Amerikan Yerlisi kabile buraya peş peşe kalıcı olarak yerleşti. Avrupalılar kabaca 1600'lerde gelip Potavatomi halkıyla karşılaştığında, göl kıyısı nemli ve yumuşak bir bataklıktı. Yabani soğan bitkilerinin leş kokusu havaya yayılmıştı. Bazı yerlilerin şikaakva dediği bitki. Fransızlar bu sözcüğü Chicago diye yazmış. Bir avuç Avrupalı münzevi burada kaldı. ABD ordusunun kurduğu kale 1812 savaşı sırasında Potavatomiler tarafından yağmalandı (Britanyalılarla işbirliği yapıyorlardı), fakat çok değil, 1830'lara gelindiğinde (200 yıl öncesi bile değil!) Chicago şehir oldu.

İlk birkaç yüz sakininden itibaren işler hızlı gelişti. Gökdelenler burada icat edildi. Şimdi insan elinden çıkmış bir dağ misali göl cephesinden yükseliyorlar. Demiryolu hatlarının dokunaçları şehir merkezinden çıkarak yayılıyor, ABD topraklarında sürünerek ilerliyor, kıtayı birbirine bağlıyordu. Daha sonra O'Hare dehşeti geldi. *Homo sapiens* tek günde kıtadan kıtaya atlayarak dünyayı gezen bir türe dönüşürken, burası da dünyanın en işlek havaalanlarından biri haline geldi. Bir süreliğine Chicago, dünyada en hızlı büyüyen şehirdi. İnsanlarla öylesine dolup taşıyordu ki bir zamanlar buzulların hareket ettirdiği gölden kum çekerek yaşam alanı devşiriliyor, buzun geride bıraktığı karasal molozlara dolduruluyordu. Hayvanat bahçesinin duvarları üzerinden bakıyorum. Göl Kıyısı Yolu'nda (Lake Shore Drive) trafik sıkışık. Arabalar sessiz sedasız karbondioksit salıyor. Görünmez gaz molekülleri tek tek atmosfere sızıyor.

Bir kükreme, kuşluk vaktinin sessizliğini yırtıyor. Etraftaki herkes durup aslan evine doğru bakıyor.

Bir alfa erkek, o görkemli yelesiyle, balkona çıkan diktatör gibi kayaya tırmanıyor, aşağıdaki köylülere hırlıyor. Chicago, Bears (Ayılar) takımının şehridir; tuttuğum (ve insanı her zaman çileden çıkaran) Amerikan futbolu takımına, Avrupalı yerleşimcilerin 1870'lerde Illinois'dan zorla kapı dışarı ettikleri bir hayvanın adının verilmiş olması tuhaf. Fakat bugün hak iddiasında bulunan

hayvan aslan. Bir zamanlar Afrika'da, Güney Avrupa'da ve Asya'da yaygın olan bu savana kedisinin sayısı, yaban ortamda ve küçülen otlak alanlarda on binlere düştü. Şimdilik binlercesi hayvanat bahçesi tarafına hızla çekilirken, yokoluşları askıya alındı. Büyük kedilerin bir ortabatı metropolünde yeri yokmuş gibi görünüyor, ama, Buzul Çağı Amerikası'nda aslanlar da kılıçdişli kaplanlar da burada yaşardı.

Bu huysuz aslan, Lincoln Parkı Hayvanat Bahçesi'ndeki pek çok memeliden biri. Bu kürklü yaratıklar (4,5 milyar yıllık yeryüzü tarihinde ve şimdiye dek var olmuş milyonlarca tür arasında), en sevgili kuzenlerimizdir. Her biri, son 325 milyon yılda peyderpey evrimleşmiş memeliliğin işaretlerini taşıyor. Süreç kömür bataklıklarında sürüngen soyundan ayrılmış o pullu yaratıklarla başlamış; kıl, iri beyin, müthiş koklama ve işitme duyuları, kesicidişler, köpekdişleri, küçük azıdişleri, büyük azıdişleri, hızlı ritimli ve sıcakkanlı metabolizma, sütle büyütülen bebeklerle ilerlemişti. Tüm bu memelilerin (bizler dahil) ataları, kitlesel yokoluşları sağ salim atlattı, dinozorların gölgesinde sindi, hem göktaşıyla hem buzullarla karşılaştı.

Eşim Anne'le birlikte kafeslerin yanından geçiyoruz. Memeli evriminin öyküsü önümüzde sahneleniyor. Geçmiş, şimdiki zaman, gelecek. Buradaki memelilerin çoğu plasentalı, ama Avustralya'dan getirilmiş bir kızıl kanguru da var. Yavrusunu kesesinde taşıyan bir keseli. Zürafalar ve zebralar (otlaklar yayılırken çoğalmış toynaklı memelilerden ikisi), uzak kafesindeki aslanı cezbediyorlar. Bir Afrotheria (yerdomuzu) ve bir Xenarthra (tembelhayvan), Afrika ile Güney Amerika'nın ada kıtalar olduğu, kendi tuhaf memelilerini demlediği o zamanları anımsatıyor. Yarasalar da var; kollarını kanatlara çevirip havalanarak kendilerini baştan yaratmış memeliler. Neyse ki bu küçük kent hayvanat bahçesinde hiç balina yok, ancak, fok görebilirsiniz; kara yaşamına uygun bedenini baştan yontup yüzücü fiziğine kavuşan memeli tiplerinden biri. İnekler, domuzlar, keçiler, tavşanlar o denli egzotik değil. Bunlar iyi tanıdığımız memeliler, yediğimiz ve evcil hayvan olarak beslediğimiz memeliler, şehirleri, uygarlıkları inşa ederken evcilleştirdiğimiz memeliler.

Tüm memelilerin işi rast gidiyor denemez. Aslanlar gibi birçoğu, önlerinde belirsiz bir geleceğin uzandığı tatsız şimdiki zamanda sığınacak yer arıyor. Hayvanat bahçesinin kuzey köşesinde kutup ayıları var. Hiçbir hayvan, günümüzde karada kalan bu en iri, rengi ağarmış etçiller kadar kaybı simgelemiyor. Buzlar eridikçe, kutup ayıları da avlanma alanlarını kaybediyor. Buzul Çağı sırasında Kuzey Kutup Bölgesi buz örtüsü tam buradaydı, 42 derece kuzey enleminde. Gelecek yüzyıllarda hiç buz örtüsü kalmayabilir. Develer az ötede; hiç de kırılgan değiller. Fakat, Kuzey Amerika'da ortaya çıktıklarını, burada on milyonlarca yıl yaşadıklarını, ardından megafaunayla birlikte gözden yittiklerini

unutmamalıyız. Dolayısıyla, bu hayvanat bahçesinde Asya develeri var, ama Kuzey Amerika develeri, elbette tüylü mamutlar ya da dev tembelhayvanlar yok. Burada *bir* siyah gergedan da yaşıyor: "Süpermegafauna"nın hayatta kalan son üyelerinden biri, ama, ne kadar vakti kaldı? Aklımdan bu düşünce geçerken, insana daha yakın, ama tam insan olmayan bir canlının laklakları kulağıma çalınıyor. En yakın kuyruksuz maymun akrabalarımız şempanzeler de goriller de nesillerinin tükenmesi tehlikesi altındadır.

Yaşadığımız dönem, memeliler için iyi bir zaman değil. Kretase sonundaki göktaşının hepimizi yeryüzünden silmesine ramak kaldığından beri, ailemiz tehdit altına girmedi. O sıralar atalarımız, *T. rex*'in ayağı altında ezilmemeye çalışan faremsi haşaratlardı.

Homo sapiens Buzul Çağı'nın geç döneminde etrafta gezinmeye başladığından beri 350'den fazla memelinin soyu tükendi. Bunlar arasından yaklaşık 80'i son 500 yılda öldü. Demek ki tüm memeli türlerinin kabaca yüzde 1,5'u, insanların kayıt tuttuğu kısa zaman zarfında yok olmuş. Kulağa pek fazla gelmeyebilir, ama, bu yokoluş hızı, insan öncesi çağdaki ortalama yokoluş hızının en az yirmi katı. Bu belirgin hız devam ederse, 2100'e varmadan yaklaşık 550 memelinin daha yok olması yolunda ilerliyoruz demektir. Bu da memeli çeşitliliğinin neredeyse yüzde 10'u eder. Eğer tüm memeliler nihayetinde yok olma riski altındaysa, sadece 125.000 yıl öncesine kıyasla geriye türlerin anca yarısı kalacaktır. Tam şu an her şey olduğu gibi dondurulsa, yokoluşlar sona erse ve memelilere toparlanma fırsatı tanınsa bile, yitirilen çeşitliliğin onarılması binlerce yıl sürecektir.

Tıpkı ülke ekonomisinin, ham GSYH'nin ötesinde bir şey olması gibi tek mesele ölen türlerin toplam sayısı değil. Memelilerin dağılımı da hızla değişiyor; popülasyonlar kargaşa içinde. Megafauna ölünce en iri memelilerin soyu tükenmiş oldu, günümüzde de önce bunların yok olması büyük ihtimal, ama artık çeşit çeşit ebatta tür ortadan kalkıyor. Bu eğilim sürerse birkaç yüzyıl içinde gergedanlar ve filler yok olacak, en iri memeli unvanını çiftlik sığırı alacak. Memeli topluluklarının boyutu küçülmekle kalmıyor, daha homojen hale de geliyor. Yakın gelecek dünyası büyük kuyruksuz maymunlardan ya da aslanlardan mahrum kalacak, kemirgenlerle dolup taşacak. Bu esnada memeliler, mültecilerin çaresizliğiyle göç ediyor. İri memeliler, bir zamanların gerçek Chicago Ayıları gibi, tarımın ve şehirlerin egemen olduğu iklim bölgelerinden dışarı sürülüp daha soğuk, daha kuru bölgelere itiliyor. Şu an için küçük memeliler bunların yerini alıyor, çiftliklere ve banliyölere taşınıyorlar, ama, ne kadar uzun dayanabilecekleri net değil.

Kötü haber vermekten hiç hoşlanmıyorum, ama, tüm bunlar bizim yüzümüzden oluyor.

Nüfusumuz katlandıkça daha fazla kaynağa ihtiyaç duyuyoruz, dünyayı iyice kendi oyun alanımıza, kilerimize dönüştürüyoruz. Öteki memelilerin yeri giderek daralıyor. Yağmur ormanlarını kesiyoruz, savanaları sürüp tarım arazisi yapıyoruz. Çevreyi kirletiyoruz. Yakıyoruz. Avlıyoruz, tuzak kuruyoruz. Fakat, hepsinin de ötesinde, iklimi değiştiriyoruz.

Sıcaklıklar yükseliyor; bu bir hakikat. Kitap boyunca gördüğümüz üzere, sıcaklıklar daha önce de yükseldi, ama, şimdi farklı olan şey, yükseliş hızı. Permiyen sonunda ve Triyas sonunda on binlerce yıla yayılan ısı artışları (unutmayalım ki bunlar kitlesel yokoluş zamanlarıydı), şimdi birkaç insan neslinde meydana geliyor! Yakın gelecekte (en geç bir sonraki yüzyılda), Buzul Çağı'ndan önceki Pliyosen'i hatırlatacak bir iklim durumuna ulaşacağımız tahmin ediliyor. Sera gazı salmaya devam edersek, birkaç yüzyıl içinde Eosen iklimlerine de ulaşabiliriz. Hatırlarsanız dünya o zaman hamam gibiydi. Kuzey Kutup Bölgesi yağmur ormanlarıyla kaplıydı, bugün (en azından bir süre daha) buz örtüsü olan yerde timsahlar aylaklık ediyordu. Başka bir deyişle, birkaç yüzyıllık insan faaliyeti, saati 50 milyon yıl geriye alabilir, memelilerin egemen olduğu dönemin büyük kısmında kendini gösteren soğuma eğilimini tersine çevirebilir.

Geleceğin ne getireceğini tam olarak bilmiyorum. Haddinden fazla yoruma kaçmayacağım, çünkü iklim bu kadar süratli değişirken, daha önce karşılaşılmamış bir alana giriyoruz. Fakat, bana kalırsa insan türünün başı belada. Yeni, yüksek sıcaklıklar, içinde evrimleştiğimiz menzilin dışına taşacaktır. Rahat ve ılık arabuzul evremizden olacağız. Oysa küresel *Homo sapiens*'in bütün geçmişinin arka planı bu. Bu dönem boyunca sıcaklıklar makuldü, kutup buzu yüksek enlemlere sıcak su getiren okyanus akıntılarını yönlendirdi ve ekinlerin, buzul toprağıyla örtülü zeminde yetişmesi kolaydı. Deniz seviyeleri yükseliyor, bu yeni bir durum değil, ama su ilk kez şehirlerimize giriyor. Günümüzde pek çok şehir, karanın denizle kavuştuğu yere tünemiştir. Soyumuz tükenebilir de uyum da sağlayabilir. Seçenekler bunlar. İri beyinli, araç gereç ve teknoloji sahibi, bütün dünyaya ulaşabilen bilinçli canlılar olduğumuz için, gerçekten de bu bir seçim meselesi.

Peki, öbür memeliler hakkında ne demeli? Yokoluşlar hiç şüphesiz bir biçimde devam edecek. "Altıncı Yokoluş" muhabbeti dönüyor. Dünya tarihinin "beş büyük" yokoluşuna denk, insan sebepli ölümler. Bu yokoluşların üçünü kitapta işledik (Permiyen sonu, Triyas sonu, Kretase). Şu anki müşkül durumumuz, tarihöncesinin bu imhalarıyla aynı seviyeye çıkar mı, yoksa daha berbat mı olur? Şimdiye dek, modern yokoluşların sayısı, geçmişteki kitlesel yokoluşların kıyametvari ölüm bilançosunun çok altında kaldı, dolayısıyla haddinden fazla telaşa kapılmayalım. Üstelik elimizde bir çare var: Varlığını hâlâ sürdüren, soyu tehlike altında olan türleri korumayı seçebiliriz! Ancak, günümüzdeki yokoluşlar

devam ederse, domino etkisi yaratacaklarından, ekosistemlerin kağıttan ev gibi yıkılacağından, dünya çapında toplulukların da şebeke arızası kaynaklı elektrik kesintisi silsilesi gibi çökeceğinden endişe ediliyor. Bu gerçekleşirse, geleceğin paleontologlarının gözünde bu Buzul Çağı megafaunasının ölümü, yakın tarihte keseli kurtların ve Falkland tilkilerinin ölümü ve gelecekte aslanların, gorillerin ölümü birbirine karışıp tek yokoluş hadisesi meydana getirecektir. Kayaçlarda ince bir çizgiye sıkışacaklar. Aşağıda pek çok memeli, yukarıda birkaç memeli (tabii kalan olursa); Dinozorlar Çağı'nı Memeliler Çağı'ndan ayıran çizgi kadar belirgin olacaktır.

İçim huzursuz. Kutup ayılarının yanından geçerken, Michigan Gölü üzerinde kararan gökyüzüne bakıyorum. Hüzünlü düşüncelerim bir çığlık yüzünden kesintiye uğruyor.

Uluyan maymunların sesi.

Eşime dönüp gülümsüyorum. Bu maymunlar, Eosen salcılarının soyundan geliyor. Atlas Okyanusu'nu aşmak için bir şekilde dalgalar üzerinde yolculuğa göğüs germişler; Afrika'dan gönülsüzce ayrılmış olsalar da Güney Amerika'nın yeni arazilerine, iklimlerine uyum sağlamışlar. Bundan çok uzun süre önce o salcıların da ataları, üç kitlesel yokoluşu sağ salim atlattı. Anlayacağınız, maymunlar, memeliler dayanıklıdır.

Şunu da biliyorum. Evrim bize (eşsiz ama muhteşem memeli türüne, *Homo sapiens*'e) iri beyin ve gruplar halinde işbirliği yapma kabiliyeti bahşetti. Gezegenimize ne yaptığımızı da biliyoruz. Çözüm bulmak için hep birlikte çalışabiliriz. Ne mamutlarda ne kılıçdişlilerde ne de soyu tükenmiş milyonlarca memeli kuzenimizde dünyayı değiştirecek ya da ıslah edecek güç vardı. Oysa bizde var.

İnsan hanedanının ve memeli ailemizin önünde ne tür bir yol uzanıyor, bilmiyorum, ama, memeli saltanatının devam edeceği konusunda umutluyum.

Kaynaklar Üstüne Notlar

Aşağıdaki notlarda, kullandığım ek malzemeleri ve kaynakları belirtiyorum. Bölümlerde anlatılan konularda daha fazla bilgi için sizi bu kaynaklara yönlendiriyorum.

Genel olarak geniş kapsamlı temel aldığım bir avuç mükemmel kitap var, mesela Tom Kemp'in *The Origin and Evolution of Mammals* (Oxford University Press, 2005), Liam Drew'in *I, Mammal* (Bloomsbury, 2017), David Rains Wallace'ın *Beasts of Eden* (University of California Press, 2004), Donald Prothero'nun *Princeton Field Guide to Prehistoric Mammals* (Princeton University Press, 2017), Donald Prothero ile Robert Schoch'un *Horns, Tusks, and Flippers* (The Johns Hopkins University Press, 2002), Kenneth Rose'un *The Beginning of the Age of Mammals* (The Johns Hopkins University Press, 2006), Zofia Kielan-Jaworowska'nın *In Pursuit of Early Mammals* (Indiana University Press, 2012) ve Ross MacPhee'nin *End of the Megafauna* (W.W. Norton & Company, 2019) kitapları. Kadim dünyanın paleocoğrafyasını betimlerken, Ron Blakey'nin alanının öncüsü haritalarını kullandım (https://deeptimemaps.com/).

BİRİNCİ BÖLÜM: MEMELİ ATALARI

"Pullu yaratıkların" öyküsü, Karbonifer çağının kömür ormanlarında cereyan ediyor. Dünyanın kimi köşelerinde, Karbonifer yaklaşık 359 milyon yıl öncesinden 299 milyon yıl öncesine uzanan tek jeolojik dönemi kapsıyor sayılır; dünyanın başka köşelerinde, bilhassa Kuzey Amerika'da, Missisipiyen (359–323 milyon yıl öncesi) ve Pensilvaniyen (323–299 milyon yıl öncesi) olarak iki ayrı döneme bölünür. Kömür bataklığını tasvir ederken, Illinois'daki Mazon Deresi fosil mevkisinin betimlemelerinden faydalandım. En önemlisi de şu kaynaklardan yararlandım: Clements ve arkadaşları (*Journal of the Geological Society*, 2019, 176: 1–11), Shabica ve Hay'in etkili kitabı *Richardson's Guide to the Fossil Fauna of Mazon Creek* (Northeastern Illinois University Press, 1997) ve Jack Whitry'nin her ikisi de Northern Illinois Yer Bilimleri Kulübü'nce yayımlanan kitapları *The Mazon Creek Fossil Fauna* (2012) ile *The Mazon Creek Fossil Flora*

(2006). Bunları, benzer bir kömür bataklığı fosil mevkisi olan Joggins'den (Nova Scotia) elde edilmiş bilgilerle takviye ettim; Falcon-Lang ve arkadaşları (*Journal of the Geological Society*, 2006, 163: 561–76) özetlemiştir.

Sinapsitlerin ve diyapsitlerin yakın tarihli ortak atasını temsil eden kurmaca "pullu yaratıklar" tasvirim, *Hylonomus*'a (fosil kaydında iyi bilinen, en eski ve tartışmasız diyapsitler) ve *Archaeothyris*'e (bilinen en eski net sinapsit; fosilleri makul oranda tamdır) dayanıyor. DNA moleküler saatine dayanan hesaplamalar sinapsit-diyapsit ayrılmasının ortalama 326 milyon yıl önce gerçekleştiğini tahmin ediyor; şu kaynaktan: Blair ve Hedges (*Molecular Biology and Evolution*, 2005, 22: 2275–84). Çok benzer bir ıraksama tahmini (ortalama 324,51 milyon yıl öncesi, menzili 331-319 milyon yıl öncesi) Ford ve Benson (*Nature Ecology & Evolution*, 2020, 4: 57–65) tarafından bildirildi, soyu tükenmiş amniyonluların filojenisini çıkarmak için morfoloji saatlerini kullanarak bu tahmine ulaştılar. Ford ile Benson'ın araştırmasında bildirilen filogenetik ilişkiler, amniyonluların ilişkisini ele alırken kullandığım çerçevedir. Heyecan verici bu yeni araştırma, kapsamlı bir veri kümesine dayanır. Çeşit çeşit yöntemle analiz edilmiştir. Eski amniyonluların soykütüğüne ilişkin uzun süredir kabul gören görüşün karşısına birtakım yeni ilişkiler koyar. En göze çarpanı, varanopidlerin (uzun süre boyunca erken dönem sinapsit sayıldılar), diyapsitlerle gruplanmasıdır. Erken dönem sinapsit evrimini anlatırken varanopidleri işe dahil etmeyişimin sebebi budur. Oysa eski yayınlar çoğunlukla bunu yapardı.

Kömür bataklığı dünyasının iklimi ve Karbonifer Yağmur Ormanı Çöküşü sırasındaki iklim hakkında daha fazla bilgi için, Isabel Montañez ile çalışma arkadaşlarının iki harika makalesi var (Montañez ve arkadaşları, *Science*, 2007, 315: 87–91; Montañez ve Poulsen, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 2013, 41: 629–56). Dünya tarihinde oksijenin nasıl değiştiğine, jeologların geçmişteki oksijen seviyelerini nasıl hesapladığına dair bilgi için David Beerling'in 2007 tarihli kitabı *The Emerald Planet*'e (Oxford University Press) ve Berner'a (*Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2006, 70: 5653–64) danışın.

Tetrapodların ortaya çıkışı ve amniyonluların erken dönem evrimi üzerine devasa bir literatür mevcut. Jennifer Clark'ın usta işi kitabı *Gaining Ground*'dan (Indiana University Press, 2012) daha iyisi yoktur. Kendisi balık-tetrapod geçişi konusunda dünya çapında bir uzmandı. Maalesef 2020 baharında, ben bu kitabı kaleme alırken aramızdan ayrıldı. Konu hakkında olağanüstü iki popüler bilim kitabı da bulunuyor. Tanıdığım en harika bilim yazarlarından ikisi kaleme aldı: Neil Shubin'in *Your Inner Fish* [Türkçede: İçimizdeki Balık, Avantür Kitap] kitabı (Pantheon, 2008) ve Carl Zimmer'in *At the Water's Edge* kitabı (Free Press, 1998).

Florence sinapsitleri *Archaeothyris* ve *Echinerpeton*, 1972 tarihli bir makalede Robert Reisz tarafından tanımlandılar (*Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 144: 27–61). Daha yakın bir tarihte Mann ve Paterson, *Echinerpeton*'u yeniden tanımladılar (*Journal of Systematic Palaeontology*, 2020, 18: 529–39). Romer'ın Nova Scotia seferlerini, iskelet içeren ağaç kütüklerinin keşfi dahil, Sues ve arkadaşları aktarıyor (*Atlantic Geology*, 2013, 49: 90–103). Robert Reisz'ın meslek yaşamı, Laurin ve Sues'in dokunaklı biyografi makalelerinde anlatılıyor (*Comptes Rendus Palevol*, 2013, 12: 393–404).

Emma Dunne'un birkaç çalışma arkadaşıyla birlikte kaleme aldığı, Karbonifer Yağmur Ormanı Çöküşü üstüne makalesi, *Proceedings of the Royal Society, Series B* (2018: 20172730) dergisinde yayımlandı. Sarda Sahney ile meslektaşlarının daha erken tarihli araştırmasının (*Geology*, 2010, 38: 1079–82) ardından geldi; bu iki çalışma bazı örnekler özelinde örtüşüyor, bazılarında ise ters düşüyor. Karbonifer-Permiyen geçişindeki iklim değişiklikleri ve omurgalı evrimi ile dağılımına etkisi üstüne yine büyüleyici bir makaleyi Jason Pardo ve çalışma arkadaşları yayımladılar: *Nature Ecology & Evolution* (2019, 3: 200–206). Bitki fosili kaydında yokoluşları ve çeşitlenmeyi (yalnızca iki kitlesel yokoluş olayının var olduğu bulgusu dahil), Cascales-Miñana ve Cleal ele alıyorlar (*Terra Nova*, 2014, 26: 195–200). Karbonifer ve Permiyen buz örtülerine ve neden oluştuklarına dair daha fazla bilgi için Georg Feulner'in makalesine (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2017, 114: 11333–37) ve makalede anılan kaynaklara başvurabilirsiniz.

Pelikozorlar, paleontologların tür "derecelenmesi" dediği şeydir. "Klad" oluşturmazlar. Klad, ortak atayı ve ondan türeyen tüm canlıları içeren grup olarak tanımlanır. Bunun yerine derecelenme, klad yolunda ilerleyen bir tür dizisidir; atasal hayvanlar kümesi. Dolayısıyla, pelikozorlardan bahsettiğimde, daha ileri therapsit kladına (memelileri içeriyor) doğru uzanan soydaki türler silsilesi hakkında konuşmuş oluyorum. Genelde derecelenmelerden bahsetmeyi ya da onlara isim vermeyi sevmem, ama, bu örnekte işimize geliyor, çünkü pelikozorların anatomisi ve biyolojisi genelde benzeşir, ayrıca therapsitler bu gruptan evrimleşmiştir. Fiiliyatta, therapsit kladı, pelikozor derecelenmesine *mensup* tek ortak atadan evrimleşti. *Dimetrodon* ve diğer pelikozorlar üzerine kapsamlı bir yazın var, mesela on dokuzuncu ve yirminci yüzyıl başlarında paleontolojinin pek çok önderinin kaleme aldığı makaleler: Cope, Case, Matthew, Olson, Sternberg, Romer, Vaughn, vesaire. Tom Kemp, *The Origin and Evolution of Mammals* adlı kitabında bunu ustalıkla özetlemiştir. Bu kitaptan etraflıca faydalandım.

Dimetrodon'un dinozorlardan ziyade bizimle akraba olduğu fikrinden hâlâ şüphe ediyorsanız, Ken Angielczyk'in ustalıkla kaleme aldığı berrak denemeye göz atın; erken dönem sinapsit evrimi konusunda dünyanın önde gelen

uzmanlarından biridir (*Evolution: Education and Outreach*, 2009, 2: 257–71). Bu deneme aynı zamanda "ağaç biçimli düşünme" için eksiksiz bir tanıtımdır: Paleontologlar aile ağaçlarını nasıl inşa ediyor, bundan nasıl bahsediyorlar? Tıpkı memelilerin kök soyunda pelikozorlardan therapsitlere, oradan memelilere adım adım uzanan dizinin netliğe kavuşması gibi, derecelenme mi klad mı meselesi de Ken'in denemesini okuduktan sonra netliğe kavuşacaktır.

Erken Permiyen'den orta Permiyen'e geçiş sınırı civarında pelikozorların çöküşü, Olson Yokoluşu adlı yokoluş hadisesinin parçasıdır. Bunu ilk fark eden paleontoloğun (E. C. Olson) adı verilmiştir (*Geological Society of America Special Papers*, 1982, 190: 501–12). Benim gibi Chicago Üniversitesi jeoloji programı mezunu olan Olson (gerçi onlarca yıl önceydi), Permiyen sinapsitleri konusunda üretken bir araştırmacıydı, çığır açan makaleler yayımladı; mesela Kuzey Amerika ve Rus türlerinin karşılaştırıldığı 1962 tarihli incelemesi (*Transactions of the American Philosophical Society*, 52: 1–224). Olson Yokoluşu acaba gerçek miydi, yoksa taraflı ve eşitsiz numune alınmış fosil kaydının yol açtığı bir serap mıydı (Benson ve Upchurch'ün önerdiği bir görüş, *Geology*, 2013, 41: 43–46)? Bu konuda pek çok fikir tartışması yapıldı. Kısa süre önce Emma Dunne'un nesline mensup, yine genç, istatistik zihniyetli paleontolog Neil Brocklehurst, büyük veri tabanları ve istatistiksel analizler kullanarak bu tartışmayı ele alan bir ekibe önderlik etti. Ekip, adı geçen yokoluşun gerçek bir olay olduğunu saptadı (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2017, 284: 20170231).

Bu bölümde dile getirmeye çalıştığım ana düşünce, günümüzde memelileri (kuşlar, kertenkeleler, amfibiler gibi başka tetrapodlara kıyasla) özgün kılan özelliklerin tek seferde değil, milyonlarca yıllık evrim sürecinde, memeli "kök soyunda", yani pelikozorlar, therapsitler, kinodonlar dahil memelilere uzanan çizgideki sinapsit grupları dizisinde peyderpey edinilmiş olduğudur (therapsitlerin de kinodonların da klad olduğuna dikkat edin; dolayısıyla memeliler teknik olarak iki grubun da ferdidir!). Her zamanki gibi Tom Kemp, konuyla ilgili uzun ve derin literatürü gayet güzel özetliyor. *The Origin and Evolution of Mammals* adlı kitabı, özellikle de üçüncü ve dördüncü bölümler, konuyla ilgili herkesin okuması gereken metinlerdir. Ayrıca deneme tarzında kaleme aldığı iki inceleme (*Journal of Evolutionary Biology*, 2006, 19: 1231–47; *Acta Zoologica*, 2007, 88: 3–22) ile 2012 tarihli *The Forerunners of Mammals* adlı kitapta onun yazdığı bölüm de okunması gerekenler arasında. Bruce Rubidge ve Chris Sidor da etkili bir inceleme kaleme aldılar (*Annual Review of Ecology and Systematics*, 2001, 32: 449–80); daha yakın tarihte Ken Angielczyk ve Christian Kammerer kanıtları harikulade özetlediler (*Handbook of Zoology: Mammalian Evolution, Diversity and Systematics* adlı kitap için kaleme aldıkları bölümde,

DeGruyter, 2018). Meseleye daha teknik bir bakış için, Sidor ve Hopson'a danışın (*Paleobiology*, 1998, 24: 254–73).

Güney Afrika'nın Karoo Havzası, dünyada Permiyen therapsitlerinin en iyi korunduğu mevkidir. Roger Smith ve çalışma arkadaşları 2012 tarihli *The Forerunners of Mammals* (Indiana University Press) adlı kitap için kaleme aldıkları bölümde havzaya, kayaçlarına ve fosillerine dair kolay okunur bir inceleme sunuyorlar. Andrew Geddes Bain'in ilk therapsit keşiflerinin ve Richard Owen'ın bu "memeli benzeri sürüngenler" (bu terimi kullandığım için beni mazur görün) üstüne erken dönem çalışmalarının öyküsü, David Rains Wallace'ın *Beasts of Eden* kitabında anlatılıyor. Owen'ın therapsitler konusunda en önemli iki çalışması, ki metinde bunlardan bahsediyorum, 1845'te (*Transactions of the Geological Society of London*, 7: 59–84) ve 1876'da (*Descriptive and Illustrated Catalogue of the Fossil Reptilia of South Africa in the Collection of the British Museum*, Taylor ve Francis, Londra) yayımlandı. Edward Drinker Cope, Karoo fosilleri gibi "sürüngen" ataları, pelikozorlar ve memeliler arasındaki bağın ana hatlarını 1884'te tasvir etti. Henry Fairfield Osborn (*The American Naturalist*, 1898, 32: 309–34) ve yukarıda referans gösterdiğimiz inceleme bölümlerinde Angielczyk ile Kammerer bu öyküyü aktarıyorlar.

Robert Broom'un hayatı ve araştırmaları, D. M. S. Watson'ın kaleme aldığı dokunaklı anma yazısında (*Obituary Notices of Fellows of the Royal Society*, 1952, 8: 36–70) ve Broom'un en üretken çiftçi-koleksiyoneri Sidney Rubidge'nin torunu Bruce Rubidge'in kaleme aldığı bir derleme-denemede anılıyor (*Transactions of the Royal Society of South Africa*, 2013, 68: 41–52). Broom'un şaheseri, pelikozorlar ile therapsitler arasında bağlantı kurduğu 1910 tarihli incelemesi, *Bulletin of the American Museum of Natural History* (28: 197–234) dergisinde yayımlandı. Bu noktada şunu kabul etmeliyim ki Broom'un çalışması, memelilerin kökenine ilişkin çalışmaların temellerini döşemiş olsa da, kendisi asap bozucu bir şahsiyetti. Fosilleri kendisine ruhların gösterdiğini iddia ediyor, hayvanların içindeki ruhların, kromozomlara etki edip evrimsel değişikliğe sebep olduğunu ileri sürüyordu. En fenası da ırkçı fikirler benimsemiş, mezar hırsızlığına karışmıştı (memeli kökeni çalışmalarına ilaveten, insanın kökenine dair çalışmalar da yürütüyordu). Broom'un çalışmaları dahil, insanların kökeni araştırmalarında ırkçılık akımının mirasına dair bir fikir tartışması için Christa Kuljian'ın kitabına bakınız: *Darwin's Hunch: Science, Race and the Search for Human Origins* (Jacana Media, 2016).

Dikonodonlara, dinocephalialara, gorgonopsialara ilişkin birçok tasvirim, Tom Kemp'in *The Origin and Evolution of Mammals* kitabındaki titiz anlatımdan ilham aldı. Therapsitlerin ortak atasına dair betimlememe, Kemp'in 2006 tarihli makalesinden alındı. Yukarıda bu makaleye atıfta bulundum.

Christian Kammerer'in *Dicynodon* tasviri 2011'de yayımlandı (*Society of Vertebrate Paleontology Memoir*, 11: 1–158). Bu çalışma aynı zamanda *Dicynodon* araştırmalarının tarihsel bir incelemesini içeriyor (kullandığım "taksonomi çöplüğü" tamlaması burada uyduruldu!), ayrıca dikinodonların kapsamlı bir soykütüğü analizini de içeriyor. Christian ve çalışma arkadaşları bu metni 2013'te güncellediler *(PLoS ONE*, 8: e64203), üstelik güncellemeye devam ediyorlar. En yeni versiyonu (bu kitap yazılırken) 2021'de yayımlandı (Kammerer ve Ordoñez, *Journal of South American Earth Sciences*, 108: 103171). Dikinodonlarla ilgili yine elzem iki çalışmayı G. M. King yayımladı: *Handbuch der Paläoherpetologie* kitabında bir araştırma incelemesi (Gustav Fischer Verlag, 1988) ve bir kitap (*The Dicynodonts: A Study in Palaeobiology*, Chapman & Hall, 1990).

Dinocephalianın tos vuruşunu, Barghusen ileri sürdü (*Paleobiology*, 1975, 1: 295–311). *Moschops*'un iç kafatası anatomisinin parçacık hızlandırıcılı taraması sayesinde kısa süre önce bu hareket daha ayrıntılı anlaşıldı. Buna göre hayvanın beyni ve diğer sinir dokuları, darbeden koruyucu, normalden kalın bir kemik içinde muhafaza ediliyordu (Benoit ve arkadaşları, *PeerJ*, 2017, 5: e3496). Dev *Anteosaurus* hakkındaki malumat, Boonstra'dan (*Annals of the South African Museum*, 1954, 42: 108–48) ve van Valkenburgh ile Jenkins'ten elde edildi (*Paleontological Society Papers*, 2002, 8: 267–88).

Gorgonopsiaların çene mekaniği hakkında bir tartışma cereyan ediyor. Geniş esneme hipotezini, Tom Kemp'in çalışması (*Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 1969, 256: 1–83) ve L. P. Tatarinov'un çalışması destekliyor (*Russian Journal of Herpetology*, 2000, 7: 29–40), Michel Laurin ise muhalif bir görüş dile getirmiştir (*Journal of Vertebrate Paleontology*, 1998, 18: 765–76). Gorgonopsiaların beyin anatomisini ve duyu sistemlerini kısa süre önce Ricardo Araújo ve çalışma arkadaşları betimlediler. Bu çalışmada bilgisayarlı tomografi (BT) tarama verilerini kullandılar (*PeerJ*, 2017, 5: e3119).

Therapsitlerde hızlı metabolizmanın ve incelikli sıcaklık denetiminin kökenine ve nedenine dair hipotezler ile konuyla ilgili çeşit çeşit kaynakça üstüne mükemmel bir inceleme için James Hopson'ın 2012'de yayımlanmış makalesine bakınız (*Fieldiana*, 5: 126–48).

Anusuya Chinsamy-Turan 2005 tarihli kitabı *The Microstructure of Dinosaur Bone*'da (Johns Hopkins University Press) kendi ince kemik kesitleri alma ve inceleme yöntemlerini betimledi. 2012 tarihli *The Forerunners of Mammals*'da (bu kitabı kendisi derledi) memeli öncüllerinin kemik dokusu, büyümesi, metabolizması üstüne birkaç bölüm yazdı ya da eşyazarlığını yaptı. Bu konu üstüne yine kilit makaleler, Sanghamitra Ray ve Jennifer Botha'yla birlikte kaleme aldığı çalışma (*Journal of Vertebrate Paleontology*, 2004, 24: 634–48), Huttenlocker ve Botha-

Brink'in çalışmaları (*PeerJ*, 2014, 2: e325), Olivier ve arkadaşlarının (*Biological Journal of the Linnean Society*, 2017, 121: 409–19), Rey ve arkadaşlarının (2017, *eLife*, 6: e28589) makaleleridir. Anusuya'nın yaşamına ve meslek hayatına dair ayrıntılar, onunla yapılan bir söyleşiden alındı. Çevrimiçi yayımlanmıştır: https://scibraai.co.za/anusuya-chinsamy-turan-breathing-life-bones-extinct-animals/.

Therapsitlerde daha dik yürüyüşün evrimini Blob (*Paleobiology*, 2001, 27: 14–38) ele alıyor, dikinodonları ise King'in yukarıda atıfta bulunduğumuz çalışmaları anlatıyor. Yine harika bir doktora öğrencisi olan Jacqueline Lungmus ve danışmanı Ken Angielczyk, therapsitlerin ön uzuv şekillerinde ve hareketlerinde daha yüksek çeşitliliği nasıl geliştirdiklerini, bunun ekolojik çeşitlilik kazanmalarını nasıl mümkün kıldığını gösterdiler (*Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2019, 116: 6903–07). Liam Drew'un kitabı *I, Mammal*, kılın kökeni hakkında şahane bir bölüm içeriyor. Duyu, gösteriş ve su geçirmezlik hipotezlerinin ve kılın fizyolojik sebeplerle nasıl yerleşik hale geldiğinin ayrıntılı betimlemesini kapsıyor. Bajdek ve arkadaşları (*Lethaia*, 2016, 49: 455–77) ve Smith ile Botha-Brink (*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2011, 312: 40–53), kıl benzeri yapılara sahip Permiyen'den kalma koprolitleri betimledi. Kafatasında saçı besleyen kan damarlarını ve sinirleri, Benoit ve arkadaşları (*Scientific Reports*, 2016, 6: 25604) incelemiştir. Şu an için erken dönem therapsitlerin yüz kemiklerinin kıllar konusunda sergilediği kanıtlar muğlak, ama kinodonlar gibi daha geç therapsitlerin ve yakın akrabalarının bıyık ve tüy evrimleştirdiğine hiç şüphe yok.

İKİNCİ BÖLÜM: MEMELİ İMALATI

Toprakta oyuklar açan, kuru mevsimin geçmesini bekleyen, yağmurlar geldiğinde yemeye, çiftleşmeye koyulan *Thrinaxodon*'un hikâyesi, Permiyen-Triyas sınırında Karoo Havzası'nın fosil ve kayaç kayıtlarına dayanıyor. Başlıca kaynaklarım şu makalelerdi: Smith ve Botha-Brink (*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2014, 396: 40–53) ve Botha ve arkadaşları (*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2020, 540: 109467), ayrıca Peter Ward ile çalışma arkadaşlarının araştırmaları (*Science*, 2000, 289: 1740–43; *Science*, 2005, 307: 709–14).

Kitlesel yokoluşlar hakkındaki en iyi popüler bilim kitabı, Peter Brannen'ın yazdığı *The Ends of the World*'dür (Ecco, 2017). Bence Peter, günümüzde faal olan en harika bilim yazarlarından biridir. Yer bilimi üzerine yazıları, gözde jeoloji yazarım John McPhee'nin eserlerine denk. Permiyen sonu yokoluşu üstüne iki mükemmel popüler bilim kitabı var. Bir tanesini eski yüksek lisans danışmanım

Michael Benton kaleme aldı (*When Life Nearly Died*, Thames & Hudson, 2003), ötekini Douglas Erwin yazdı (*Extinction: How Life on Earth Nearly Ended 250 Million Years Ago*, Princeton University Press, 2006). Zhong-Qiang Chen ve Mike Benton, *Nature Geoscience* (2012, 5: 375–83) dergisi için yokoluş ve müteakip toparlanma üstüne kolay anlaşılır bir inceleme kaleme aldılar. Yokoluşa sebep olan yanardağ püskürmelerinin zamanlaması ve niteliği hakkında güncellenmiş bilgiyi Seth Burgess ve çalışma arkadaşları yayımladı (*Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 2014, 11: 3316–21; *Science Advances*, 2015, 1: e1500470). Yokoluş sırasında yaşanan iklim değişikliği ve ısınma üstüne önemli bir makaleyi Joachimski ve çalışma arkadaşları yayımladılar (*Geology*, 2012, 40: 195–98); 5 ila 8 santigrat derecelik ısınma için kaynağım budur.

Karoo ekosistemlerinin ekolojik çöküşünü ve izleyen uzun toparlanma sürecini Peter Roopnarine, Ken Angielczyk ve çalışma arkadaşları incelediler; çalışmalarında ekolojik gıda ağı modellerinden faydalandılar (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2007, 274: 2077–86; *Science*, 2015, 350: 90–93; *Earth-Science Reviews*, 2019, 189: 244–63). Adam Huttenlocker'ın Lilliput etkisi üstüne çalışması *PLoS ONE*'da yayımlandı (2014, 9: e87553). Adam, Jennifer Botha-Brink'in önderlik ettiği ekibin üyesiydi. Permiyen sonunda kinodonların hayatta kalması gibi daha genel bir meseleyi ele alan ekip, genç yaşta olgunlaşmanın ve hızlı üremenin anahtar unsurlar olduğu hipotezini ileri sürdü (*Scientific Reports*, 2016, 6: 24053). Erken dönem sinapsitlerde beden boyutu üstüne yine önemli bir çalışmayı Roland Sookias ve çalışma arkadaşları yayımladılar (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2012, 279: 2180–87; *Biology Letters*, 2012, 8: 674–77). Chris Sidor ve çalışma arkadaşları, Permiyen-Triyas geçişi sırasında bütün Pangea'daki tür dağılımı üstüne önemli bir araştırma yayımladılar (*Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 2013, 110: 8129–33).

Bu bölümün kinodon baş kahramanı *Thrinaxodon* üstüne geniş bir literatür var. Tom Kemp, *The Origin and Evolution of Mammals* kitabında her zamanki gibi titiz bir özet kaleme aldı. Betimleyici temel makalelerden birini Richard Estes yazdı (*Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, Harvard Üniversitesi, 1961, 125: 165–80). A.W. "Fuzz" Crompton, hayvanın dişleri üstüne önemli bir araştırma yayımladı (*Annals of the South African Museum*, 1963, 46: 479–521). *Thrinaxodon*'un kafatası anatomisini, kafatasını önden arkaya on sekiz dilime ayırarak incelediği 1938 tarihli bir makalede bizzat Robert Broom betimledi (*Annals of the Transvaal Museum*, 19: 263–69). Çok daha fazla sayıda ve incelikte dilimler elde etmek istese de, "Tıp icracısı daha basit, daha eksikli teknikle yetinmek zorundadır," diye homurdanıyordu. İronik bir durum, zira günümüzde paleontologlar, fosil kafataslarının dijital röntgen ışını dilimlerini

elde etmek için BT tarayıcıları kullanıyor ve bu aletlere erişim için sık sık tıp doktorlara, hastanelere yalvarmaları gerekiyor!

Thrinaxodon iskeleti içeren önemli oyukları Damiani ve arkadaşları (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2003, 270: 1747–51) ile Fernandez ve arkadaşları betimlediler (*PLoS ONE*, 2013, 8: e64978); Fernandez'in makalesinde fevkalade bir *Thrinaxodon* fosili ile bir amfibi tarif ediliyor; bunlar aynı oyuğa sığışmıştır. *Thrinaxodon*'un ve öteki kinodonların vücut duruşunu Farish Jenkins inceledi. En önemli çalışmalarından ikisi, 1971 tarihli incelemesi *The Postcranial Skeleton of African Cynodonts* (*Peabody Museum of Natural History Bulletin*, 36: 1–216) ve *Evolution*'da yayımlanan bir inceleme makalesidir (1970, 24: 230–52). Kinodonun duruş biçimi üstüne ilave malumat, Richard Blob'un 2001 makalesinden elde edildi. Yukarıda bu makaleye atıfta bulunduk. Jennifer Botha ve Anusuya Chinsamy, *Thrinaxodon*'un kemik histolojisini ve büyümesini betimlediler (*Palaeontology*, 2005, 48: 385–94). *Thrinaxodon*'un dişleri, çenesi ve çene kapama kasları (büyüme sırasında nasıl değiştikleri dahil), Sandra Jasinoski, Fernando Abdala ve Vincent Fernandez'in yayınlarının odak noktasıydı (*Journal of Vertebrate Paleontology*, 2013, 33: 1408–31; *The Anatomical Record*, 2015, 298: 1440–64). Jasinoski ve Abdala'nın, *PeerJ* (2017, 5: e2875) dergisinde basılan bir makalelerinde *Thrinaxodon*'un toplumsal kümelenmeleri ve çocuk bakım süreci da betimlendi. *Thrinaxodon*'un Antarktika fosillerini James Kitching (Birinci Bölüm'de anlattığımız, yol inşa eden Karoo fosil koleksiyoncusu Croonie Kitching'in oğlu) ve çalışma arkadaşları tanımladılar (*Science*, 1972, 175: 524–27; *American Museum Novitates*, 1977, 2611: 1–30).

Christian Kammerer'in Twitter (X) yazılarına, Walter Kühne'nin fevkalade yaşamına dikkatimi çektiği için teşekkür ediyorum. Kühne'nin 1956 tarihli incelemesi *Oligokyphus*'u Britanya Doğa Tarihi Müzesi yayımladı. İnternette ücretsiz erişilebilir: (https://www.biodiversitylibrary.org/item/206348#page/5/mode/1up). Kühne'nin yaşamına ve hapsedildiği döneme dair bazı ayrıntılar kendi incelemesinde sıralanmış, ama, daha fazla bilgi için Zofia Kielan-Jaworowska'nın kitabı *In Pursuit of Early Mammals*'ına (Indiana University Press, 2012), Alfred Romer'ın *Quarterly Review of Biology* dergisinde Kühne'nin çalışmasıyla ilgili incelemesine ve Rex Parrington'ın Britanya'daki Triyas memelileri üstüne makalesine başvurdum. Bu makale, *Morganucodon*, *Kuehneotherium* ve *Eozostrodon* gibi pek çok mağara keşfi üstüne harika bir genel kaynaktır (*Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B*, 261: 231–72). Kibirli British Museum küratöründen yapılan alıntı, Romer'ın incelemesinde aktarılıyor.

Kinodonların filogenetik ilişkileri, son yıllarda kapsamlı analizlere tabi tutuldu, baştan ele alındı, tartışıldı. *Oligokyphus* gibi tritylodonlar, tritheledon ve brasilodon denen iki grupla birlikte memelilerin en yakın akrabaları arasın-

da sayılır. Bunların hepsi aşağı yukarı aynı dönemde, Triyas sonunda çoğalan ileri kinodon gruplarıydı. Kinodonların soykütüğüne dair fikirlerim, Marcello Ruta ve çalışma arkadaşlarının yakın tarihli bir araştırmasını temel alıyor; bu araştırmanın hakemlerinden biriydim (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2013, 280: 20131865). Bir diğer önemli çalışma, kısa süre önce Jun Liu ve Paul Olsen'den geldi (*Journal of Mammalian Evolution*, 2010, 17: 151–76).

Kinodon soyundaki değişiklikler (*Thrinaxodon*'un *Oligokyphus*'a ve memelilere bağlanması), Tom Kemp'in kitabında ustalıkla anlatılıyor. Fuzz Crompton ve Farish Jenkins ikilisi, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*'ın ilk sayısında bu konuda etkili bir inceleme kaleme aldı (1973, 1: 131–55). Kinodonların omurgasındaki değişiklikleri Katrina Jones ve çalışma arkadaşları inceledi (Katrina Jones, Adam Huttenlocker'dan sonraki sene, 2014'te Romer Ödülü'nü kazanmıştır) (*Science*, 2018, 361: 1249–52; *Nature Communications*, 2019, 10: 5071). Yukarıda referans gösterdiğimiz Farish Jenkins ve Richard Blob makaleleri, vücut duruşu ve vücut hareketlerindeki değişiklikleri daha ayrıntılı ele alıyor, özellikle yarı yanal yürüyüşlü geçiş evresi üzerinden memeli tarzı tam dik yürüyüşün gelişimini.

Dinozorların ortaya çıkışı ve erken dönem evrimine gelince, pek de mütevazı davranmayıp okurlara *The Rise and Fall of the Dinosaurs* (William Morrow, 2018) [Türkçede: *Dinozorların Yükselişi ve Çöküşü*, Koç Üniversitesi Yayınları] adlı kitabımı işaret edeceğim. Ayrıca konu hakkında, çalışma arkadaşlarım Sterling Nesbitt, Randy Irmis, Richard Butler, Mike Benton, Mark Norell'le birlikte yazdığımız inceleme makalesini okuyabilirsiniz (*Earth-Science Reviews*, 2010, 101: 68–100). Kitabımda, Pangea'nın ve ikliminin ayrıntılı betimlemesini yapıyorum, en önemli kaynakları sıralıyorum.

Erken dönem memeli evriminde bir "gececil darboğazından" geçildiğine dair kanaatler dile getirilmiştir. Bazıları bu evreyi memelilerin Triyas'ta ortaya çıktığı dönemle sınırlarken, kimileri de tercihen dinozor yokoluşunu sağ salim atlatmış, gece yaşayan ufak memelilere atıfta bulunmak için söz konusu ifadeyi kullanır. Ken Angielczyk ile Lars Schmitz'in yaptıkları aydınlatıcı bir araştırma (göz ölçümlerini kullandılar), gececil davranışların ilkin muhtemelen sinapsit soyunun erken bir aşamasında evrimleştiğini, çeşitli pelikozorların, therapsitlerin ve kinodonların gece aktif olduğunu gösterdi (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2014, 281: 20141642). Göz önünde bulundurulması gereken diğer makaleler şunlardır: Margaret Hall ve çalışma arkadaşları (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2012, 279: 4962–68), Jiaqi Wu ve çalışma arkadaşları (*Current Biology*, 2017, 27: 3025–33), Roi Maor ve çalışma arkadaşları (*Nature Ecology & Evolution*, 2017, 1: 1889–95). Memelilerin "büsbütün" kokuya ve dokunmaya

yönelmesiyle ilgili yorumum, doktora danışmanım Mark Norell'in, onca yayın organı varken 2019'da *Marvel Comics*'te yayımlanan söyleşisinden ilham aldı.

Sıcakkanlılık (endotermi) üzerine sunduğum fikirler ağırlıkla Tom Kemp'in *The Origin and Evolution of Mammals* kitabını ve Katrina Jones ile çalışma arkadaşlarının memeli omurgası evrimi üstüne *Nature Communications*'da basılmış (yukarıda atıfta bulunduğum) makalelerinin tartışma kısmını temel alıyor. Jonas'ların makalesinde atıfta bulunulan, sıcakkanlı memelilerin, kertenkelelerden sekiz kat hızlı koşabildiğine dair hesap, Kemp'in (*Zoological Journal of the Linnean Society*, 2006, 147: 473–88) ve Bennett ile Ruben'in (*Science*, 1979, 206: 649–54) çalışmalarına dayanıyor. Kinodonlarda fibrolamellar kemiğin giderek öne çıkması, *The Forerunners of Mammals* kitabında okuması kolay iki bölümde anlatılıyor; bölümlerden birini Jennifer Botha-Brink ve çalışma arkadaşları (9. Bölüm), ötekini ise Jørn Hurum ve Anusuya Chinsamy yazmışlar (10. Bölüm). Kemik hücrelerinin, bunun uzantısı olarak da kırmızı kan hücrelerinin küçülen boyutunu Adam Huttenlocker ve Colleen Farmer belirttiler (*Current Biology*, 2017, 27: 48–54). Kévin Rey ve ekibi, kendi oksijen izotopu çalışmalarını *eLife*'da yayımladı (2017, 6: e28589). Carrier kısıtlaması adını Richard Cowen koydu. Bunu ilk dile getiren bilim insanının adı verildi: David Carrier, *Paleobiology*'de (1987, 13: 326–41). Crompton ve çalışma arkadaşları, burun konkaları üstüne hoş bir makale kaleme aldılar (*Journal of Vertebrate Paleontology*, 2017, e1269116). Kan damarlarıyla kaplı solunum konkalarının ilkin tam ne zaman evrimleştiği konusunda bir belirsizlik var. Öyle görünüyor ki memeli harici bazı kinodonlarda da bu yapılar vardı, fakat muhtemelen kemikten ziyade kıkırdaktan yapılmışlardı. Konkalara dair en eski ve tartışmasız kemik kanıtı, erken dönem memelilerden geliyor. Bu narin yapıların ebadını, şeklini ve kan damarı miktarını, fosillere bakarak anlamak güç.

Memelilerin üç kısımlı çene kası sisteminin evrimini, Lautenschlager ve arkadaşları kapsamlı şekilde inceliyor (*Biological Reviews*, 2017, 92: 1910–40); konuyla ilgili tarihsel literatüre bol bol göndermede bulunuyorlar. Aynı ekip *Nature*'da yine önemli bir makale yayımladı (2018, 561: 533–37); bu çalışmada, bir dizi fosil türde çenenin işlevini test etmek için mühendislik yazılımı kullanıldı. Böylece yeni dentary-skuamöz çene ekleminin evrimi için birincil itici gücün minyatürleşme olduğu sonucuna ulaşıldı. Memeli ataları ufaldıkça, küçük boyutun baskıyı ve gerilimi orantısız azalttığı, dolayısıyla ufalmış çeneyle birlikte gelen mutlak ısırma gücü kaybına yol açtığı bir eşik vardı. Chris Sidor'un *Evolution*'da kaleme aldığı çalışma (2001, 55: 1419–42), memeli atalarının kafatasının nasıl yalınlaştığını (daha az ve daha kaynaşık kemikler anlamına gelir) gösteriyor.

Kitap boyunca kullandığım memeli tanımı (sağlam dentary-skuamöz çene eklemi geliştiren ilk kinodon torunu), tarihsel literatürde yaygındır. Kielan-Jaworowska, Cifelli ve Luo'nun *Mammals from the Age of Dinosaurs* (Columbia University Press, 2004) kitabında erken dönem memelilere dair sundukları değerlendirmede aşağı yukarı bu tanım kullanılıyor. (Teknik olarak, memelileri, "*Sinoconodon*, morganucodontan, docodontan, Monotremata, Marsupialia ve Placentalia ortak atasının, ayrıca bu kladda yer aldığı gösterilen, soyu tükenmiş herhangi bir taksonun tanımladığı bir klad" olarak tarif ediyorlar; bu esasen, dentary-skuamöz eklemi geliştirmiş gruba karşılık geliyor. "Memeliler" dediğim bu gruba, o araştırmacılar "memeliform" diye atıfta bulunuyor. Memeliler için "taç grup" tanımını yeğliyorlar. Bu tutum, "memeliler" ismini, modern memelileri (tekdelikliler, keseliler, plasentalılar) ve son ortak atalarının tüm torunlarını içeren aile ağacı grubuyla sınırlandırır. Timothy Rowe'un 1988 tarihli *Journal of Vertebrate Paleontology* (8: 241–64) makalesi, Mammalia grubunun taç grup tanımıyla ve dentary-skuamöz eklemine sahip genel grubun yeni ismi memeliformla yola çıktı. Sınıflandırma (bilimden ziyade bir anlambilim meselesi olarak görüyorum) hakkında söyleyeceklerim bu kadar; burada taç grup tanımını kullanmadığım için çalışma arkadaşlarımın beni affetmesini rica ediyorum.

Memelilerde çiğneme üstüne geniş bir literatür var. Bir kez daha Tom Kemp'in *The Origin and Evolution of Mammals* kitabı ve Kielan-Jaworowska ve arkadaşlarının *Mammals from the Age of Dinosaurs* kitabı, paha biçilmez kaynaklar oldu. Konuyla ilgili herkesin okuması gereken kitaplardır. Kai Jäger ve çalışma arkadaşları kısa süre önce *Morganucodon*'da çiğneme ve dişlerin kavuşması üstüne kilit bir makale yayımladılar (*Journal of Vertebrate Paleontology*, 2019, 39: e1635135). Bhart-Anjan Bhullar ile Armita Manafzadeh ve ekibi tarafından *Nature*'da ilginç bir araştırma yayımlandı (2019, 566: 528–32). Günümüz keselilerinin çiğneme hareketlerini analiz etmek için röntgen ışını kullanıldı. Yazarlar, alt çenenin yuvarlama eyleminin (dentary-skuamöz çene eklemiyle aşağı yukarı aynı zamanda evrimleşti), çiğneme hareketinde merkezî konumda olduğunu ileri sürdüler. David Grossnickle, bu makaleye bir yanıt yazdı (*Nature*, 2020, 582: E6–E8). Çoğunlukla makalenin başka veçhelerini ele almıştır. Dave'le yaptığım fikir tartışmaları, memeli çiğnemesinin evrimini anlamama çok yardımcı oldu. Burada, bir söyleşide endotermiyi tarif ederken "iç fırın" sözünü kullanan Anjan Bhullar'ı da anmalıyım. Bu bölümde o ifadeyi Bhullar'dan aldım.

Erken dönem memelilerin timsali *Morganucodon* üstüne dev bir literatür var. İlkin 1949'da Kühne betimleyip isimlendirdi (*Proceedings of the Zoological Society of London*, 119: 345–50) Kenneth Kermack, Frances Mussett ve Harold Rigney, *Zoological Journal of the Linnean Society*'de yayımlanan iki makalede

daha eksiksiz fosiller betimlediler (1973, 53: 86–175; 1981, 71: 1–158). Rigney, Çinli *Morganucodon* kafatasını *Nature*'da betimledi (1963, 197: 1122–23); makale başına dert olacaktı. *Four Years in a Red Hell* başlıklı otobiyografisini, Henry Renery (Chicago) yayımladı. *Morganucodon*'da difyodontiyi (iki nesillik diş yenilenmesi) Rex Parrington betimledi (*Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B*, 261: 231–72), iskeletinin kafatası dışındaki kısmını ise Jenkins ve Parrington betimlediler (*Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B*, 1976, 273: 387–431).

Tim Rowe, erken dönem memelilerin beyin evrimi üstüne iki önemli araştırma yayımladı. Buna daha iri koku soğancıklarının ve neokorteksin gelişmesi dahildir. Birincisi *Science*'da basıldı (1996, 273: 651–54), ikincisi de Ted Macrini ile Zhe-Xi Luo'nun eşyazarlıklarıyla *Science*'da çıktı (2011, 332: 955–57). Bu çalışmalar, *Thrinaxodon*'un, *Morganucodon*'un ve kinodon-memeli soyundaki başka kilit türlerin BT taramalarını sunuyor.

Morganucodon harici erken dönem memelilerle ilgili literatür, Parrington'ın *Eozostrodon* betimlemesini (*Annals and Magazine of Natural History*, 1941, 11: 140–44), Diane Kermack'ın *Kuehneotherium* betimlemesini (*Journal of the Linnean Society [Zoology]*, 1968, 47: 407–23), Crompton ile Jenkins'in Ione Rudner'a ait *Megazostrodon* betimlemesini (*Biological Reviews*, 1968, 43: 427–58), Luo ve arkadaşlarının *Hadrocodium* betimlemesini içeriyor (*Science*, 2001, 292: 1535–40). Pam Gill ve ekibi, *Morganucodon*'da ve *Kuehneotherium*'da beslenme tarzı üstüne çalışmalarını (diş aşınması dışında, çenenin mühendislik modellerinden de yararlandılar) *Nature*'da yayımladılar (2014, 512: 303–5). Bu türler arasında beslenme farkları bulunduğu görüşünü savunan ilişkili bir makaleyi Conith ve arkadaşları kaleme aldılar (*Journal of the Royal Society Interface*, 2016, 13: 20160713).

Farish Jenkins benim alanımda bir efsanedir. Onu şahsen tanımasam da, 2009'da kanserle mücadele ederken Omurgalı Paleontolojisi Derneği'nin Romer-Simpson madalyasını kazandığında seyirciler arasında olduğumu hep hatırlayacağım. Üç yıl sonra, 2012'de vefat etti. Arkadaşlarına, huzuru bulduğunu, çünkü paleontolog olması sayesinde yokoluşa aşina olduğunu söylediği anlatılır. Başka biyografik ayrıntılarla birlikte bu alıntıyı, *New York Times*, *Economist*, *Boston Globe*, *Nature* dergilerinde yayımlanan anma yazısından aldım (Neil Shubin kaleme almıştır); bu ilgi Jenkins'in önemini gösteriyor. Ünlü *Megazostrodon* çizimini Jenkins ve Parrington 1976 tarihli makalelerinde yayımladılar. Yukarıda bu makaleye göndermede bulunduk. Teşekkür kısmında, son çizim rekonstrüksiyonları için Laszlo Meszoly'ye teşekkür ediyorlar. Harvard Karşılaştırmalı Zooloji Müzesi'nde çizerlik yapan Meszoly, 2003'te *Harvard Gazette*'te yayımlanan bir makalede tanıtılıyor.

Belli başlı yeni memeli gruplarının çeşitlenmesinin çoğunlukla ufak vücutlu böcekçil nişlerde başladığı fikrini Dave Grossnickle ve çalışma arkadaşları, 2019'da harika bir dille kaleme aldıkları inceleme makalelerinde sundular. *Trends in Ecology and Evolution* dergisinde yayımlandı (2019, 34: 936–49).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: MEMELİLER VE DİNOZORLAR

William Buckland'ın ilginç yaşamı, paleontolojinin erken dönem tarihi üstüne pek çok kitapta anlatılıyor, gözde kitabım dahil: Deborah Cadbury'nin *The Dinosaur Hunters*'ı (Fourth Estate, 2000), *Terrible Lizard* başlığıyla uluslararası çapta da yayımlandı. Erken dönem memelilerin araştırılmasında Buckland'ın rolü Wallace'ın *Beasts of Eden* kitabında anlatılır. Oxford Üniversitesi'nin çevrimiçi "Learning More" serisinden ve Buckland'ın gastronomi eğilimlerine dair *Guardian*'da yayımlanmış bir makaleden ("The Man Who Ate Everything," Şubat 2008) biyografisine ilişkin ilave ayrıntılar aldım. Buckland, Jeoloji Derneği'nde yaptığı konuşmanın yazılı versiyonunda *Megalosaurus*'u ve minik memelileri betimlemiştir (*Transactions of the Geological Society of London*, 1824, 2: 390–96). Onlarca yıl sonra Richard Owen, o zamanlar bilinen Mezozoyik memelilerine dair çığır açan bir inceleme yayımladı ("Monograph of the Fossil Mammalia of the Mesozoic Formations," *Monographs of the Palaeontographical Society*, 1871).

Mezozoyik memelilerini ufak tefek, yavan genelciler kefesine koyan klişe, yirminci yüzyılın ilk yarısının en önemli iki incelemesinde dile getirildi. İkisini de önde gelen memeli uzmanı ve evrim biyoloğu George Gaylord Simpson kaleme almıştır (*A Catalogue of the Mesozoic Mammalia in the Geological Department of the British Museum*, Oxford University Press, 1928; *American Mesozoic Mammalia, Memoirs of the Peabody Museum*, 1929, 3: 1–235).

Triyas sonu yokoluşu hakkında daha fazla bilgi için, okurlara, *The Rise and Fall of the Dinosaurs* kitabımdaki fikir tartışmalarını ve kaynakça kısmını işaret ediyorum. Nicholas Fraser ve Hans-Dieter Sues'in kaleme aldıkları *Triassic Life on Land: The Great Transition* (Columbia University Press, 2010) kitabı, Triyas dünyasının, sakinlerinin, fiziksel coğrafyasının ve yokoluşun harika bir özetidir. Triyas sonunda püsküren lavlar, yüksek miktarda bazalt kayaç yarattı. Günümüzde dört kıtayı birden kısmen kaplayan bu tabakaya Orta Atlas Magma Alanı (CAMP) denir. Marzoli ve çalışma arkadaşları tarafından gayet güzel betimlenmiştir (*Science*, 1999, 284: 616–18). CAMP püskürmelerinin zamanlamasını Blackburn ve çalışma arkadaşları betimledi (*Science*, 2013, 340: 941–45). Püskürmelerin 600.000 yıllık dönemde dört büyük dalga halinde

meydana geldiği gösterildi. Jessica Whiteside, Paul Olsen ve çalışma arkadaşlarının araştırması, yokoluşların Triyas sonunda, karada ve denizde eşzamanlı meydana geldiğini gösteriyor, üstelik yokoluşa dair ilk ipuçları, Fas'taki ilk lav akıntılarıyla uyumlu (*Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 2010, 107: 6721–25). Triyas-Jura sınırında atmosferik karbondioksit, küresel sıcaklık ve bitki toplulukları değişimlerini, başka isimlerin yanı sıra, McElwain ve arkadaşları (*Science*, 1999, 285: 1386–90; *Paleobiology*, 2007, 33: 547–73), ayrıca Belcher ve arkadaşları incelediler (*Nature Geoscience*, 2010, 3: 426–29).

Jura-Kretase memelilerine dair çeşitlilik içeren, dinamik ve heyecan verici hayvanlar tablosu ilk kez Zhe-Xi Luo'nun *Nature*'da çıkan incelemesinde geniş bir okur kitlesine sunulmuş oldu (2007, 450: 1011–19). Makalede Liaoning keşiflerinin ilk on yılı özetleniyordu. Meng Jin 2014'te Çin fosilleri üstüne güncellenmiş bir inceleme kaleme aldı, böylece bunların beklenmedik çeşitliliği ilaveten vurgulanmış oldu (*National Science Review*, 1: 521–42). Roger Close ve çalışma arkadaşları tarafından memelilerin aile ağaçlarına çeşit çeşit istatistik yöntem uygulandı ve orta Jura sırasında evrimlerinin hızlandığı gün yüzüne çıkarıldı (*Current Biology*, 2015, 25: 2137–42). Bu yöntemlerden birinin (iskelet evriminin hızının hesaplanmasına) geliştirilmesine, çalışma arkadaşlarım Graeme Lloyd ve Steve Wang'le birlikte yardım ettik (*Evolution*, 2012, 66: 330–48). Close ve arkadaşlarının hipotezine göre Pangea'nın kırılması, evrim hızının, dolayısıyla orta Jura sırasında memeli çeşitlenmesinin artmasına sebep olmuş olabilir.

Liaoning'den bildirilen ilk fosil memelisini, *Zhangheotherium* denen hayvanı, Zhe-Xi Luo ve çalışma arkadaşları Yaoming Hu ile Yuanqing Wang ve arkadaşları 1997'de betimlediler (*Nature*, 390: 137–42). İki sene sonra Luo, Ji Qiang ve Ji Shu-an, *Jeholodens*'i betimlediler, yine *Nature*'da (1999, 398: 326–30). Dinozor yiyen *Repenomamus*, Meng Jin ile ekibince 2005'te betimlendi. Makalenin başyazarı Yaoming Hu'ydu (*Nature*, 433: 149–52).

Dokodonlar ve haramiyidanlar, Kemp'in *The Origin and Evolution of Mammals*'ı ve Kielan-Jaworowska ile arkadaşlarının *Mammals from the Age of Dinosaurs*'u gibi kitaplarda incelendi, ama, Çin'den gelen sürüyle yeni keşiften ötürü bunlar şimdiden güncelliğini yitirdi. 2000'lerin başı ila ortasında yazılmış bu kitaplarda, iki grubun da neredeyse sadece bölük pörçük fosillerle temsil edilen gizemlerle başa çıkmak zorunda kalmalarına hayıflandıkları pasajları okumak çok eğlenceli. İşler nasıl da değişti! Metinde bahsedilen türler hakkında daha fazla bilgi, bunları betimleyen makalelerde bulunabilir: *Microdocodon* (Zhou ve arkadaşları, *Science*, 2019, 365: 276–79), *Agilodocodon* (Meng ve arkadaşları, *Science*, 2015, 347: 764–68), *Docofossor* (Luo ve arkadaşları, *Science*, 2015, 347: 760–64), *Castorocauda* (Ji ve arkadaşları, *Science*, 2006, 311: 1123–27), *Vilevolodon* (Luo ve arkadaşları, *Nature*, 2017, 548: 326–29), *Maiopatagium*

(Meng ve arkadaşları, *Nature*, 2017, 548: 291–96) ve *Arboroharamiya* (Zheng ve arkadaşları, 203, *Nature*, 500: 199–202; Han ve arkadaşları, *Nature*, 2017, 551: 451–56). Kretase sırasında Kuzey Amerika'da yaşamış, geç dönemlere kadar hayatta kalmış, kısa süre önce betimlenmiş ilginç bir haramiyidan da vardı: *Cifelliodon*; Adam Huttenlocker ve çalışma arkadaşları, önde gelen fosil memeli uzmanı Rich Cifelli'nin onuruna bu adı verdiler (*Nature*, 2018, 558: 108–12).

Kısa bir ara verip haramiyidanların memeli aile ağacındaki yeri hakkında şu an büyük bir tartışmanın cereyan ettiğini belirtmeliyim. İki taraf var. Zhe-Xi Luo'nun önderliğindeki taraf, bunları, ilkel memeliler olduklarını ileri sürerek aile ağacının köküne, *Morganucodon*'a çok uzak olmayan bir noktaya yerleştirir. Meng Jin'in önderlik ettiği öteki taraf, daha yukarıya yerleştirilmesi gerektiğini savunur; memelilerin taç grubu içine (tüm modern türleri ve en yakın tarihli ortak atalarının tüm torunlarını içeren grup). Haramiyidanları multituberculataların, Kretase'de çeşitlilik sergileyen, bitki yiyen memeliler grubunun kardeş grubu sayar. İki taraf konusunda da katı bir kanaatim yok. Tamamen akademik bir tartışma gibi görünüyor olabilir, ama, geniş bir içerimi var: Haramiyidanların ilk Triyas'ta boy gösterdiği düşünülürse, bunları taç gruba almak modern memeli tipinin geçmişte daha geriye, 208 milyon yıl öncesine uzandığı anlamına gelir. Yok eğer bunlar erken dönem kök memelilerse, o halde taç grup muhtemelen erken Jura'da, yaklaşık 178 milyon yıl önce ortaya çıkmış demektir.

Skye'daki dinozor keşiflerimizi bir dizi makalede betimledik (Brusatte ve Clark, *Scottish Journal of Geology*, 2015, 51: 157–64; Brusatte ve arkadaşları, *Scottish Journal of Geology*, 2016, 52: 1–9; dePolo ve arkadaşları, *Scottish Journal of Geology*, 2018, 54: 1–12; Young ve arkadaşları, *Scottish Journal of Geology*, 2019, 55: 7–19; dePolo ve arkadaşları, *PLoS ONE*, 2020, 15[3], e0229640). Skye'daki çalışmalarım, meslektaşlarımdan ve öğrencilerden oluşan harika bir ekiple yürütüldü: Tom Challands, Mark Wilkinson, Dugald Ross, Paige dePolo, Davide Foffa, Neil Clark ve pek çok başka isim daha. Neil Clark, Skye dinozorları hakkında birtakım önemli makaleler kaleme aldı, Dugie Ross ise en önemli fosillerin birçoğunu keşfetti.

Hugh Miller'ın *The Cruise of the Betsey* kitabı 1858'de Edinburgh'da yayımlandı ve şu çevrimiçi adreste bulunabilir: https://minorvictorianwriters.org.uk/miller/b_betsey.htm. İskoçya Ulusal Müzesi'nden meslektaşım paleontolog Michael Taylor, Miller'ın harika bir biyografisini yayımladı (*Hugh Miller: Stonemason, Geologist, Writer*, National Museum of Scotland, 2007). Waldman ve Savage, *Borealestes* betimlemelerini 1972'de yayımladılar (*Journal of the Geological Society*, 128: 119–25). Elsa'ın *Borealestes* kafatası betimlemesi 2021'de yayımlandı (Panciroli ve arkadaşları, *Zoological Journal of the Linnean Society*, zla144). Elsa, dişler ve çeneler üstüne ayrı bir makale (*Journal of Vertebrate Paleontology*, 2019,

39: e1621884) ile kulak salyangozunu muhafaza eden petrosal kemik üstüne de bir makale yayımladı (*Papers in Palaeontology*, 2018, 5: 139–56). Ayrıca oldukça çeşitli oldukları anlaşılan Skye memelileri üstüne de makaleler kaleme almıştır. Aralarında bir tritylodon olan *Stereognathus* var: *Oligokyphus* ile *Kayentatherium* dahil pek de memeli gibi görünmeyen grubun üyesidir. İlkin Waldman ve Savage 1972 tarihli makalelerinde betimlediler; ardından Elsa, bendeniz ve çalışma arkadaşlarım 2017 tarihli bir makalede *Stereognathus*'u yeniden betimledik (*Journal of Vertebrate Paleontology*, e1351448). İlkel bir *Morganucodon* tipi memeli olan *Wareolestes* (Panciroli ve arkadaşları, *Papers in Palaeontology*, 2017, 3: 373–86) ve therialarla yakın akraba olan daha ileri memeli *Palaeoxonodon* da var (Panciroli ve arkadaşları, *Acta Paleontologica Polonica*, 2018, 63: 197–206).

Liam Drew, *I, Mammal* adlı kitabında süt emzirmenin kökenini mükemmelen ele alır. Bu kısmı yazarken, Olav Oftedal'ın meme bezlerine ve emzirmeye ilişkin harika incelemesinden de kapsamlı biçimde yararlandım; 2002'de yayımlanmıştır (*Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 7: 225–52). Eva Hoffman ve Tim Rowe, bunların görkemli *Kayentatherium* fosil ağacını *Nature*'da yayımladı (2018, 561: 104–8). Yukarıda atıfta bulunduğumuz, Zhou ve arkadaşlarının *Microdocodon* makalesi, dil kemiği ve gırtlak kasları evrimi için en iyi kaynaktır.

Memeli ortakulak kemikleri üstüne engin bir literatür var. Okurlara başlangıç için dört makaleyi işaret ediyorum. Birincisi, Zhe-Xi Luo 2011'de kulağın evrimi üstüne müthiş bir inceleme kaleme aldı (*Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 42: 355–80); kulak anatomisini, kulak kemiği türdeşliklerini, çoklu çene kemikli kinodonlar ile memeliler arasındaki evrim dizisini, kulağın evrimini anlamamızda bize yardımcı olan genetik, gelişimsel ve embriyonik verileri işliyor. İkincisi, Neal Anthwal ve çalışma arkadaşları, memeli kulağı hakkındaki önemli çalışmaların tarihsel dökümü ile kulağın evrimine dair anatomi, genetik ve embriyoloji alanlarından gelen kanıtları harmanlayan bir inceleme sunuyorlar (*Journal of Anatomy*, 2012, 222: 147–60). Üçüncüsü, Wolfgang Maier ve Irina Ruf'un yazdıkları tarih içerikli metin, araştırmacıların (on altıncı yüzyıldan itibaren) memeli kulak kemiklerini nasıl incelediğini, kökenini ve evrimsel gidişatını nasıl anladıklarını açıklıyor (*Journal of Anatomy*, 2015, 228: 270–83). Son olarak, Edgar Allin'in çığır açan makalesi (memelilerde kulağın evriminin evrimsel dizisini ortaya koydu), okumaya değer (*Journal of Morphology*, 1975, 147: 403–38).

Metinde bahsettiğim türleri ayrıntılı ele alan, göz önünde bulundurulması gereken başka önemli makaleler şunlardır: Meng ve arkadaşlarının *Liaoconodon* betimlemesi, geçici ortakulağı olan memeli (*Nature*, 2011, 472: 181–85); Mao ve arkadaşlarının *Origiolestes* betimlemesi, teknik adıyla Meckel unsuruna,

yani kemikli şeritten ayrılmış bir ortakulağa sahip memeli (*Science*, 2019, 367: 305–8; Zhe-Xi Luo'nun kıkırdaktaki "ayrılma" için alternatif bir açıklama ileri sürdüğünü, fosilde bir kırık olduğunu, sahici olmadığını söylediğini belirteyim); Wang ve arkadaşlarının multituberculata *Jeholbaatar* betimlemesi, kulak ekleminin, çene eklemi olduğu dönemde atasal çiğneme hareketlerini yansıttığını gün yüzüne çıkardı (*Nature*, 2019, 576: 102–5); Rich ve arkadaşlarının erken dönem tekdeliklilerin kulak ve çene betimlemesi, ayrık ortakulaklarını keselilerden ve plasentalılardan bağımsız evrimleştirdiklerini gösterdi (*Science*, 2005, 307: 910–14); Han ve arkadaşlarının *Arboroharamiya allinhopsoni* betimlemesi, çeneden ayrı kulak kemikçiğine sahip bir haramiyidandır (*Nature*, 2017, 551: 451–56). Uzman olmayan kişiler (ya da sadece dinozorlar konusunda talimli olan paleontologlar) için bu makalelerin bazıları anlaşılmaz olabilir, dolayısıyla bu okurlar, *Nature*'da yayımlanan bu makalelerin kimilerine eşlik eden Anne Weil (multituberculata memelileri konusunda önde gelen uzman) imzalı yorum yazılarına müteşekkir kalacaktır.

Metindeki bölümü hazırladıktan birkaç ay sonra, eski doktora öğrencim Sarah Shelley, meslektaşım ve akıl hocam John Wible ve çalışma arkadaşları, bir haramiyidan kulağı üstüne önemli bir makale yayımladılar. Bu çalışma, memeli tarihinde kulak kemiği ayrılmalarının birden fazla kez yaşandığının anlaşılması bakımından geniş içerimlere sahiptir (Wang ve arkadaşları, *Nature*, 2021, 590: 279–83). Yazarlar tarihsel yükü olan bazı ifadeleri yeniden tanımladılar. Burada onların terimlerine uyuyorum. En önemlisi, "ayrık ortakulak" terimi; çeneyle herhangi bir kemikli ya da kıkırdaklı bağlantıdan yoksun ortakulak kemiklerine göndermede bulunuyor; eskiden pek çok araştırmacı buna Tanımlayıcı Memeli Ortakulağı (DMME) derdi. Son olarak: Wang ve arkadaşlarının (2021) makalesinde, tekdeliklilerle keseliler ve plasentalılar grubunun orta çene eklemlerinin farklı şekillerde olma nedenini açıklayan yeni bir hipotez sunuldu. Atasal çene kemiklerinin farklı çiğneme hareketlerini yansıttıkları için değil (yukarıda atıfta bulunduğumuz Wang ve arkadaşları [2019] makalesi bunu ileri sürüyor; Üçüncü Bölüm'de anlattığım gibi), tekdeliklilerin üst üste binen eklem tipinin, bizim birbirine geçen eklemlerimizin evrimsel öncülü olduğu söyleniyordu. Hâlâ devam eden bir tartışma!

Embriyologlardan ve paleontologlardan meydana gelen bir ekibin yakın tarihli iki araştırması, günümüz memelilerinde Meckel kıkırdağını kulak kemiklerinden ayırmanın ne kadar kolay olduğunu gösteriyor. Anthwal ve arkadaşlarının (*Nature Ecology & Evolution*, 2017, 1: 0093) yaptığı çalışma, farelerde (plasentalı memeli) kondroklastlara (kıkırdak soğuran hücreler) odaklanırken, Urban ve arkadaşlarının (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2017, 284: 20162416) yaptığı çalışma, keseli sıçanlarda (keseli memeli) hücre ölümüne odaklanıyor.

Ana metinde ele almamış olsam da, çene-kulak hikâyesinin büyüleyici bir veçhesi daha var: Sürüngen çenelerinde protein sentezleyen genlerin bazıları, memeli kulağında da faaliyet gösterir (örneğin, *Bapx1* geni); çene kemiklerinin kulak kemiğine dönüştüğünün daha kesin kanıtı. Bu çalışmayı 2004'te Abigail Tucker ve ekibi yayımladı. Edinburgh'dan meslektaşım, efsanevi genetikçi Bob Hill de bu ekibe dahildi (*Development*, 131: 1235–45).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: MEMELİ DEVRİMİ

Zofia Kielan-Jaworowska, *In Pursuit of Early Mammals* (Indiana University Press, 2012) adlı kitabında kendi yaşam öyküsünü anlatıyor; kitap aynı zamanda memelilerin kökeni, kinodon-memeli geçişi ve Mezozoyik memeli grupları hakkında kısa ve özlü bir genel bakış sunuyor. Zofia'nın biyografisinin başka kısımlarını, 2010 yazında o öğleden sonra kendisiyle yaptığım söyleşiden aldım. Saha notlarımda kayıtlıdır. 1969 tarihli kitabı *Hunting for Dinosaurs*'da (MIT Press) ilk birkaç Leh-Moğol seferini birinci elden anlatıyor. Polonya-Moğolistan ekibinin keşifleri bir dizi makalede betimlendi. Zofia'nın 2012 tarihli kitabında bunlara etraflıca göndermede bulunuldu. Bu makalelerin birçoğu *Palaeontologia Polonica*'da basıldı—bu derginin yayın kataloğuna çevrimiçi ya da kütüphanede hızlıca göz gezdirmek çok bilgilendirici olacaktır. Makaleler arasında, Zofia'nın multituberculatalarla ilgili 1970 ve 1974 tarihli eleştirel yazıları da var.

Roy Chapman Andrews'ın yaşamı ve Orta Asya Seferleri, Charles Gallenkamp'ın *Dragon Hunter* (Viking, 2001) kitabının konusudur. 1990'ların ilk yarısında Amerikan Doğa Tarihi Müzesi-Moğolistan Bilimler Akademisi seferlerinin günlüklerini, Mike Novacek, okuma bağımlılığı yapan kitabı *Dinosaurs of the Flaming Cliffs*'te (*Anchor Books*, 1996) kaleme aldı; lisede fosil meraklısıyken en sevdiğim kitaplar arasındaydı. Ukhaa Tolgod mevkisini (pek çok multituberculata fosilinin keşif yeri) ilkin Dashzeveg, Novacek, Norell ve çalışma arkadaşları betimlediler (*Nature*, 1995, 374: 446–49). Mevkinin jeolojisi hakkında bilgiler ve fosillerin, su taşkınıyla çöken kum tepelerinde oluştuğu yönündeki adli tıp kanıtları, Loope ve arkadaşlarının makalesinde (*Geology*, 1998, 26: 27–30) ve Dingus ve arkadaşlarının makalesinde bulunabilir (*American Museum Novitates*, 2008, 3616: 1–40).

The Rise and Fall of the Dinosaurs kitabımda Jura-Kretase geçişinin ayrıntıları anlatıldı, alakalı kaynaklara göndermede bulunuldu. İklim ve çevre değişikliklerine ilişkin en faydalı genel betimleme, Jon Tennant ve arkadaşlarının inceleme makalesidir (*Biological Reviews*, 2017, 92: 776–814). Genç bir paleontolog olan

ve açık bilimi, kamuya açık bilim yayıncılığını gür sesle savunan Jon, ben bu bölümü kaleme alırken 2020 baharında trajik bir motosiklet kazasında can verdi.

Zofia'nın 2012 tarihli kitabında (yukarıda atıfta bulunuyoruz), Tom Kemp'in *The Origin and Evolution of Mammals* kitabında ve Zofia'nın Zhe-Xi Luo'yla ve Richard Cifelli'yle birlikte derlediği muhteşem ansiklopedide (*Mammals from the Age of Dinosaurs*, buna da yukarıda atıfta bulunduk) multituberculatalarla ilgili düzgün genel kaynaklar bulunabilir. Alıntı yaptığım (multituberculataların, Gobi memelileri faunasının yüzde 70'ini meydana getirdiği bilgisi) sayı, Chinsamy ve Hurum'un kemik mikroyapısı ve erken dönem memelilerin büyümesi hakkındaki makalelerinden geliyor (*Acta Palaeontologica Polonica*, 2006, 51: 325–38).

Philip Gingerich, multituberculataların beslenmesi üstüne önemli bir çalışma yayımladı. 1997 tarihli *Patterns of Evolution* (Elsevier) kitabının bir bölümünde geriye doğru çiğneme hareketine dair kanıtlar sundu; Zofia ve çalışma arkadaşı Peter Gambaryan, kafatası kaslarını betimlediler (*Acta Palaeontologica Polonica*, 1995, 40: 45–108); David Krause'nin de önemli bir çalışması var (*Paleobiology*, 1982, 8: 265–313). Multituberculatalarda beden hareketlerine ilişkin olarak Farish Jenkins ve Krause, geriye dönebilen ayak bileğini ve ağaca tırmanma yeteneklerini betimlediler (*Science*, 1983, 220: 712–15; *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 1983, 150: 199–246); lisans danışmanım Paul Sereno ve Malcolm McKenna, daha ileri düzeydeki hızlı hareket etme kabiliyetlerini ele aldılar (*Nature*, 1995, 377: 144–47); Zofia ve Gambaryan başka önemli çalışmalar da yayımladılar (*Fossils and Strata*, 1996, 36; *Acta Palaeontologica Polonica*, 1997, 42: 13–44).

Jura dönemi multituberculatası *Rugosodon* (şu an için grubun, iyi korunmuş en eski fosilidir), Chong-Xi Yuan, Luo ve ekiplerince betimlendi (*Science*, 2013, 341: 779–83). Greg Wilson'ın multituberculatalarda diş evrimine dair araştırması *Nature*'da yayımlandı (2012, 483: 457–60); David Grossnickle ve David Polly'nin yaptıkları başka bir çalışmada, farklı veri kümeleri üzerinden, diş çeşitliliğinin arttığına ilişkin benzer şablonlar bulundu (*Proceedings of the Royal Society, Series B,* 2013, 280: 20132110). Ekibimiz (Zoltán Csiki-Sava, Mátyás Vremir, Meng Jin, Mark Norell ve ben), 2018'de *Litovoi*'yi betimledi (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 115: 4857–62); bu makale aynı zamanda Rumen ada sakini kogaionidleri daha kapsamlı inceliyor. 2021'de Luke Weaver (o zamanlar doktora öğrencisiydi), Montana'da sosyal bir multituberculata grubunun keşfini betimleyen ekibe önderlik etti (*Nature Ecology & Evolution*, 5: 32–37); kısmen bu çalışma sayesinde Omurgalı Paleontoloji Derneği'nin Romer Ödülü'nü kazandı.

Kapalıtohumlu bitkilerin ortaya çıkışı ve evrimi üstüne sağlam bir genel bilgi kaynağı, Friis, Crane ve Pedersen'ın kaleme aldığı *Early Flowers and Angiosperm Evolution* kitabıdır (Cambridge University Press, 2011). Liaoning'de bulunmuş en eski doğru düzgün kapalıtohumlu bitki örtüsü fosilleri (*Archaefructus* denir), Sun ve arkadaşlarınca betimlendi (*Science*, 2002, 296: 899–904). Erken dönem kapalıtohumlu bitkiler konusunda, uyum başarılarının yüksek olmasının sebebi konusunda danıştığım önemli kaynaklar arasında şunlar var: Wing ve Boucher (*Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 1998, 26: 379–421), Boyce ve arkadaşları (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2009, 276: 1771–76), Feild ve arkadaşları (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2011, 108: 8363–66), Coiffard ve arkadaşları (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2012, 109: 20955–59), deBoer ve arkadaşları (*Nature Communications*, 2012, 3: 1221), Chaboureau ve arkadaşları (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2014, 111: 14066–70). Bu paleobotanikçilerden biri (Kevin Boyce), Chicago Üniversitesi'nde lisans öğretmenimdi. Dersini almamdan birkaç yıl sonra, MacArthur Deha Ödeneği'ni kazandı!

"Kretase Karasal Devrimi" terimi, alandaki en yakın dostlarımın, meslektaşlarımın bazıları tarafından geliştirildi: Graeme Lloyd, Marcello Ruta, Mike Benton (Bristol Üniversitesi'ndeki yüksek lisans danışmanlarım) ve onların, dinozor evrimi konulu 2008 makalesindeki çalışma arkadaşları (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 275: 2483–90). Mike Benton'la yürüttüğümüz fikir tartışmaları sayesinde bu Devrim üzerine ilave malumat edindim, özellikle böceklerin evrimi konusunda.

Theriaların tribosfenik azıdişlerinin anatomisi, işlevi, evrimi üstüne geniş bir literatür var; zorunluluk gereği, bu karmaşık konu başlığını ana metinde büyük oranda özetledim, yoksa art arda sayfalar boyunca azıdişi küspisi betimlemesiyle herkesin canını sıkacaktım (ilk taslakta bunu denedim, ama, editörümün ve eşimin kırmızı tükenmez kalemleri beni doğru yola getirdi). İki klasik çalışma: Bryan Patterson'ın 1956 tarihli makalesi "Early Cretaceous mammals and the evolution of mammalian molar teeth," *Fieldiana*'da yayımlandı (13, 1–105), ve Fuzz Crompton'ın 1971 tarihli makalesi "The Origin of the Tribosphenic Molar," *Zoological Journal of the Linnean Society*'de yayımlandı (50, ek 1: 65–87). Daha yakın bir tarihte Brian Davis, tribosfenik azıdişlerinin kökeni ve işlevi üstüne önemli bir makale yayımladı; bu çalışma aynı zamanda güneyli australosphenidaların "tribosfenik benzeri" azıdişlerindeki farklı aşınma şablonlarını göz önüne seriyor (*Journal of Mammalian Evolution,* 2011, 18: 227–44), ayrıca Julia Schultz ve Thomas Martin, tribosfenik azıdişlerinin nasıl çiğnediğini ayrıntısıyla betimlemek için 3 boyutlu modeller kullandılar (*Naturwissenschaften*, 2014, 101: 771–871). Ana metinde ayrıntıya girmesem de, tribosfenik azıdişleri

(birbirine geçen karmaşık kesici, öğütücü yüzeyleriyle birlikte), doğru düzgün işlev göstermek için çok hassas çiğneme hareketleri gerektirir. Erken dönem tribosfenik theriaların çene mekaniği (Bhullar ve arkadaşları, *Nature*, 2019, 566: 528–32) ya da yandan yana hareketlerin artması (Grossnickle, *Scientific Reports*, 2017, 7: 45094), ya da muhtemelen her ikisi hakkında şu an devam etmekte olan bir tartışma var. Şimdilik bilinen en eski tribosfenik therianın (*Juramaia*) betimlemesini Zhe-Xi Luo ve çalışma arkadaşları 2011'de yayımladılar (*Nature*, 476: 442–45).

David Grossnickle, tribosfenik azıdişi evriminin, theria evrimini ve genel olarak memeli evrimini nasıl etkilediği üzerine birtakım önemli çalışmalar yayımladı. Bunlar arasında yer alan derlemesi (Stephanie Smith ve Greg Wilson'la birlikte yazıldı), memelilerde yeniliklerin çoğunlukla ufak bedenli böcekçil nişlerinde ortaya çıktığını ileri sürüyor (*Trends in Ecology and Evolution*, 2019, 34: 936–49); David Polly'yle birlikte yazdığı makale, memeli dişleri ve çene şeklinin zamanla evrimini konu alıyor (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2013, 280: 20132110); Elis Newham'la yaptığı çalışma, Kretase Karasal Devrimi sırasında ve sonrasında tribosfenik theriaların çeşitlenmesi hakkındadır (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2016, 283: 20160256; bu çeşitlenmenin çoğunlukla "Devrim"den sonra meydana geldiğini, ille "Devrim" sırasında gerçekleşmediğini öne sürüyorlar). Dave'le tanışmamız, 2013'te New Mexico saha araştırması ekibimize katılmasıyla oldu. Multituberculata uzmanı Anne Weil'ın davetiyle gelmişti. Ardından Dave doktorasını Chicago'da, Zhe-Xi Luo'yla yaptı, kısa süre içinde Jura ve Kretase sırasındaki memeli evrimi konusunda önde gelen bir uzmana dönüştü. Aynı zamanda bu alanın en komik, en yıkıcı (iyi anlamda) insanlarından biridir

Therialarda tribosfenik dişlerin çokyönlülüğünün genetik temellerini pek çok gelişim biyoloğu ve paleontolog araştırmıştır. Kilit makaleler: Jernvall ve arkadaşları (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2000. 97: 14444–48), Kavanagh ve arkadaşları (*Nature*, 2007, 432: 211–14), Salazar-Ciudad ve arkadaşları (*Nature*, 2010, 464: 583–86), Harjunmaa ve arkadaşları (*Nature*, 2014, 512: 44–48).

Tribosfenik azıdişlerinin (ve memelilerde ortaya çıkan başka pek çok yeniliğin) topluluk yapısı ve ekoloji üstündeki etkilerini, Meng Chen, Caroline Strömberg ve Greg Wilson'ın kısa sıra önce *Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]* (2019, 116: 9931–40) dergisinde yayımladıkları makale anlatıyor.

Son yıllarda birçok Kretase eutheriası ve metatheriası betimlendi; muhteşem Liaoning iskeletlerinden tutun Kuzey Amerika'da bulunmuş bölük pörçük ama çok önemli dişlere varana kadar (bunların birçoğunu Richard Cifelli,

Brian Davis ve çalışma arkadaşları inceledi). Liaoning'de bulunmuş sorunlu *Sinodelphys*, Luo ve çalışma arkadaşlarınca, en eski metatheria olarak betimlendi (*Science*, 2003, 302: 1934–1940), ama, Shundong Bi ve ekibi, *Ambolestes* denen yeni Liaoning eutheriasını tanımlarken *Sinodelphys*'i yeniden yorumlayıp bazal eutheria olduğunu söylediler (*Nature*, 2018, 558: 390–95). Erken dönem metatheria evrimi üstüne temel bir kaynak, benim de katkıda bulunduğum, Tom Williamson'ın önderlik ettiği, Greg Wilson'ın da yazar olarak katıldığı bir inceleme makalesidir (*ZooKeys*, 2014, 465: 1–76). Bu inceleme, Tom'la birlikte daha geniş bir ekiple Kretase-Paleogen metatherialarının soykütüğüne dair yayımladığımız bir takip analizidir (*Journal of Systematic Palaeontology*, 2012, 10: 625–51). *Mammals from the Age of Dinosaurs* ve *In Pursuit of Early Mammals* adlı kitaplar (yukarıda atıfta bulunuyoruz), Gobi eutheriaları ve metatheriaları üstüne harika özetler barındırıyor. Önemli tarihsel kaynakların hepsine referans verilmiş. Daha yakın bir tarihte Amerikan Müzesi ekibi, birtakım yeni, önemli *Deltatheridium* numuneleri yayımladı, metatherialarla bağlantılarını doğruladılar (Rougier ve arkadaşları, *Nature*, 1998, 396: 459–63). Yine ilginç bir yakın tarihli makale, Kuzey Amerika geç Kretase metatheriası *Didelphodon*'a odaklanıyor. Ufak ebat nişinde yerleşik, vahşi bir avcıdır (Wilson ve arkadaşları, *Nature Communications*, 2017, 7: 13734).

İnsanlar ile tekdeliklilerin (ornitorenkler ve ekidneler) Avustralya'daki ilk karşılaşmaları kayda geçirilmemiştir. Avustralya yerlisi halklar, bu tuhaf hayvanlarla binlerce yıllık deneyime sahip. Fakat, Avrupalıların bu hayvanlarla ilk münasebetleri pek çok kez anlatıldı. Burada hikâyemi, Brian Hall'un ornitorenk üstüne 1999'da yazdığı makaleye (*Bio Science*, 49: 211–18) ve Liam Drew'ın kendi kitabı *I, Mammal*'daki merak uyandıran öykü anlatıcılığına dayandırıyorum. John Hunter hakkında pek çok çevrimiçi kaynaktan bilgi topladım, hoş bir Wikipedia biyografisi dahil (evet, zaman zaman bilim insanları da Wikipedia'ya tıklar, özellikle uzmanlıkları dışındaki alanlardan maddeler için). Robert Barnes'ın kaleme aldığı 2009 tarihli Hunter biyografisi daha sağlam bir kaynaktır (*An Unlikely Leader: The Life and Times of Captain John Hunter*, Sydney University Press).

Fosil tekdelikliler ve tekdelikli soyuna mensup australosphenidalar hakkındaki ana kaynaklar arasında, *Obdurodon* hakkında (Woodburne ve Tedford, *American Museum Novitates*, 1975, 2588: 1–11; Archer ve arkadaşları, *Australian Zoologist*, 1978, 20: 9–27; Archer ve arkadaşları, *Platypus and Echidnas*, 1992, *Royal Zoological Society of New South Wales*; Musser ve Archer, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 1998, 353: 1063–79); *Steropodon* hakkında (Archer ve arkadaşları, *Nature*, 1985, 318: 363–66; Rowe ve arkadaşları, *Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2008, 105: 1238–42);

Ausktribosphenos hakkında (Rich ve arkadaşları, *Science*, 1997, 278: 1438–42); *Ambondro* hakkında (Flynn ve arkadaşları, *Nature*, 1999, 401: 57–60); *Asfaltomylos* hakkında makaleler var (Rauhut ve arkadaşları, *Nature*, 2002, 416: 165–68). Ana metinde bahsetmediğim yine önemli bir tane bulunuyor: *Teinolophos*, 1999'da Rich ve Vickers-Rich ekibi isimlendirdi (*Records of the Queen Victoria Museum*, 106: 1–34), kısa süre önce de ayrıntılı betimlendi (*Alcheringa*, 2016, 40: 475–501).

Zhe-Xi Luo, Zofia Kielan-Jaworowska ve Richard Cifelli, kuzeyli tribosfenik therialar ile güneyli sahte tribosfenik australosphenidaları ayrı gruplar olarak belirledikleri soykütüklerini *Nature*'da yayımladılar (2001, 409: 53–57). Memeliler üstüne çalışan herkesin bu filogeniyi kabul etmediğini biliyorum. Rich ve Vickers-Rich ekibi, bazı güneyli türlerin therialarla yakın akraba olduğunu, hakiki tribosfenik dişler taşıdıklarını ileri sürüyor. Bu fikir tartışmasının ince ayrıntıları, kitabımızın kapsamı dışındadır, ama, kanıtların ayrı kuzeyli ve güneyli soylardan yana ağır bastığını düşünüyorum. Tribosfenik benzeri azıdişlerinin bağımsız ortaya çıktığı görüşünü, ana metinde anmadığım birtakım müthiş fosiller destekliyor: *Shuotherium* (Chow ve Rich, *Australian Mammalogy*, 1982, 5: 127–42) ve *Pseudotribos* (Luo ve arkadaşları, *Nature*, 2007, 450: 93–97) gibi sahte-tribosfenik memeliler; bunların geriye dönük tribosfenik benzeri dişleri vardır, trigonid sırtın önünde talonid havza bulunur. Bu tuhaf memeliler (aile ağacında güneyli australosphenidalarla aynı kümeye giriyor olabilirler), farklı memeli gruplarının, tribosfenik benzeri dişleri birbirinden bağımsız olarak, muhtemelen pek çok kez evrimleştirdiğinin güçlü kanıtıdır. Bu, yakınsak evrimin klasik bir vakasıdır: Benzer ekolojik baskılar ya da başka türlü seçilim baskıları, uzak akraba gruplarda benzer görünen anatomik yapıların (dişler gibi) bağımsız evrimine yol açar.

Vintana kafatasını Krause ve çalışma arkadaşları 2014'te *Nature*'da yayımladı (515: 512–17), ardından 2014'te bir dizi *Memoir of the Society of Vertebrate Paleontology* makalesinde istisnai ayrıntılarla incelediler. Bu makalelere birkaç yazar katkı yapmıştır. Daha sonra Krause'nin ekibi, *Adalatherium*'u kısa bir raporda (*Nature*, 2020: 581, 421-27) ve 2020'de yine bir dizi *Memoir of the Society of Vertebrate Paleontology* makalesinde betimledi. Gonvanatherialar üstüne daha geniş bilgi, *Mammals from the Age of Dinosaurs* ve *In Pursuit of Early Mammals* kitaplarında bulunabilir. Arjantin'de bulunmuş dryolestoid *Cronopio*, Rougier ve ekibince betimlendi (*Nature*, 2011, 479: 98–102).

Bu bölümün son paragrafında, Kretase sonunda farklı gıdalar tüketen farklı memeli grupları olduğunu beyan ediyorum (örneğin böcekçil eutherialar, otçul multituberculatalar). Bu doğruydu, ama, mesela tüm eutherialar böcekçil değildir. Anılan grupların çoğunluğu en azından bir parça beslenme çeşitliliği sergiler.

BEŞİNCİ BÖLÜM: DİNOZORLAR ÖLÜYOR, MEMELİLER HAYATTA KALIYOR

Carissa Raymond'un 2016'da keşfettiği yeni multituberculata türü *Kimbetopsalis*'i betimledik (Williamson ve arkadaşları, *Zoological Journal of the Linnean Society*, 177: 183–208). Bu bölümde yararlandığım alıntılar, saha notlarımdan ve kayıtlarından, Nebraska Üniversitesi'nin yayımladığı bir basın bülteninden, Carissa ile Tom'un National Public Radyosu'nda yaptığı bir söyleşiden alındı. New Mexico fosillerine dair ilave bilgi bu kısımda daha sonra verilecek.

Kretase sonu yokoluşu üstüne devasa bir literatür var. *The Rise and Fall of the Dinosaurs* kitabımda, göktaşı çarpmasının Kuzey Amerika dinozorlarının ve memelilerinin gözünde nasıl cereyan etmiş olabileceğini anlatıyorum, ayrıca o kitapta pek çok ilgili kaynağa atıfta bulunuyorum. Göktaşının yokoluşa sebep olduğu hipotezini ilkin baba-oğul ekibi Luis ve Walter Alvarez ile çalışma arkadaşları ileri sürdü (*Science*, 1980, 208: 1095–1108), ayrıca aşağı yukarı aynı zamanda Hollandalı jeolog Jan Smit de bu tezi savunmuştur. Walter Alvarez fantastik bir popüler bilim kitabı yazdı: *T. rex and the Crater of Doom* (Princeton University Press, 1997). Bu kitap, Kretase sonu kayaçlarında iridyumun kimyasal parmak izini bulmasını, bu izlerin bir göktaşı çarpmasına işaret etmesini, on yıl boyunca kuramına dair kanıtların birikmesini, nihayet Meksika'da Chicxulub Krateri'nin keşfedilmesiyle, dünyaya yaklaşık 66 milyon yıl önce bir göktaşının (ya da kuyruklu yıldızın) çarptığının kesin kanıtlanmasını anlatır. Walter'ın kitabı, yazıldığı döneme kadarki tüm temel kaynaklara göndermede bulunuyor.

Kretase sonunda kuş harici dinozorların ve başka hayvanların yokoluşuna göktaşının mı yol açtığı hâlâ tartışma konusu. Göktaşı kuramını eleştirenler, bunun yerine Hindistan'daki Deccan yanardağ patlamasının altını çizer; Permiyen sonunda ve Triyas sonunda yokoluşlara sebep olmuş püskürmeler ölçeğindeki megavolkanlar. Dinozorlara gelince, tüm kanıtları gözden geçirip baş zanlının göktaşı olduğu sonucuna kuvvetle varan bir paleontoloji ekibini yönettim (*Biological Reviews*, 2015, 90: 628–42). Bu görüşü bir *Scientific American* makalesinde de dile getirdim (Aralık 2015, 313: 54–59). Pincelli Hull ve çalışma arkadaşları yakın tarihli bir araştırmada (benim gibi Edinburgh Üniversitesi mensubu profesör Dick Kroon'u, saha çalışması yoldaşları Dan Peppe ile Jessica Whiteside'ı içeren geniş bir ekip), göktaşının bütün yokoluştan sorumlu olduğunu kuvvetle ileri sürüyor, Hindistan'daki yanardağ belli bir rol oynamışsa bile payının çok küçük olduğunu belirtiyorlar (*Science*, 2020, 367: 266–72); Ale Chiarenza ve çalışma arkadaşları, iklim ve ekoloji modellemelerine dayanarak benzer bir sav öne sürdü (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2020, 117: 17084–93). Konu hakkında son sözün bu olacağına şüpheliyim, ama,

bana kalırsa, göktaşı çarpmamış olsa, yokoluşun meydana gelmeyeceğine pek şüphe yok, gerçi yanardağ faaliyetleri yokoluşu şiddetlendirmiş ya da toparlanma süresini uzatmış olabilir. Ben bu bölümü kaleme alırken yayımlanmış yeni bir çalışma, göktaşının dünyaya çarpma açısının, göktaşını daha ölümcül kıldığını saptadı (Collins ve arkadaşları, *Nature Communications*, 2020, 11: 1480).

Bill Clemens cana yakın, kibar bir beyefendiydi. Kendisini Omurgalı Paleontolojisi Derneği'nin toplantılarında yaptığımız hoş sohbetlerde tanıdım. Ayrıca, doktora öğrencim Sarah Shelley tezini yazdığı dönemde, bizimle iletişim kurarak zamanını da uzmanlığını da cömertlikle paylaştı. Bill, Montana'daki Cehennem Deresi ve Fort Union oluşumlarının memelileri üstüne sayısız makale yayımladı. En ünlüleri arasında, *The Hell Creek Formation and the Cretaceous Tertiary Boundary in the Northern Great Plains*'in (*Geological Society of America Special Paper*, 361: 217–45) 2002 edisyonu için kaleme aldığı bölüm vardır. Bill ve Joseph Hartman, Cehennem Deresi Oluşumu'nda toplanan fosillerin tarihçesine dair bir inceleme yazdılar. Bu metin, *Through the End of the Cretaceous in the Type Locality of the Hell Creek Formation in Montana and Adjacent Areas*'ın (*Geological Society of America Special Paper*, 503: 1–87) 2014 sayısına alındı. Meslek yaşamının erken bir safhasında Bill, Wyoming'in Lance Oluşumu'ndaki erken Kretase memelileri üstüne üç kısımlı bir şaheser kaleme aldı. Bu oluşumun yaşı kabaca, Cehennem Deresi Oluşumu'nun yaşına denktir; bu çalışmalar, *University of California Publications in Geological Sciences*'ta yayımlandı (1964, 1966, 1973). Bill'in Unabomber'ın yörüngesine girmesinin ayrıntılarını, Anne Weil'le yaptığım konuşmadan elde ettim. Anne'in doktora danışmanına hayranlığı derindir. Ayrıca bana şiddet içeren tuhaf bir öykü de anlattı: Anne ile Bill'in fosil topladıkları bir Montana çiftliğinin sahibi, kumarhane patronu Ted Binion'muş. 1998'de basına yansıyan bir olayda maalesef öldürülmüş.

Greg Wilson Mantilla ile öğrencileri ve çalışma arkadaşları, Montana'daki Kretase sonu yokoluşunu aşan memeli evrimi üstüne pek çok önemli makale yazdılar. Hangilerinin öldüğünü, hangilerinin hayatta kaldığını ve bunun nedenlerini göz önüne seriyorlar. Bunlar arasında, *Journal of Mammalian Evolution*'da (2005, 12: 53–75), *Paleobiology*'de (2013, 39: 429–69) ve yukarıda bahsettiğimiz 2014 sayısında (*Geological Society of America Special Paper*, 503: 365–92) yer bulan tek yazarlı makaleler var. Greg ve çalışma arkadaşları 2016'da çarpıcı nitelikteki yeni *Didelphodon* fosillerini tanımladı (*Nature Communications*, 7:13734). Çok kısa süre önce Greg ve Bill, Greg'in doktora öğrencisi Stephanie Smith'in (günümüzün önde gelen genç memeli paleontologlarından biri) önderlik ettiği bir ekibin parçası oldular. Bu ekip 2018'de Z-Hattı Taşocağı mevkisini ve yokoluşun kısa süre sonrasına denk gelen Paleosen çağı mevkilerini betimledi. Bunlar, göktaşı çarpmasının sonrasında yaşamış memeli topluluklarına

dair fikir sunan harika derlemeler (*Geological Society of America Bulletin*, 130: 2000–2014). Bağımsız yürüttükleri çalışmalarda Longrich ve çalışma arkadaşları, Kuzey Amerika'nın batı topraklarında Kretase ve Paleosen memelerine baktılar (*Journal of Evolutionary Biology*, 2016, 29: 1495– 512), Pires ve çalışma arkadaşları ise Kuzey Amerika multituberculatalarında, metatherialarında ve eutherialarında yokoluş hızlarını inceledi (*Biology Letters*, 2018, 14: 20180458).

The Rise and Fall of the Dinosaurs kitabımda, dinozorların Kretase sonunda neden öldüğünü daha ayrıntılı ele alıyorum. Göktaşı çarpmasıyla dinozorların yaşadığı talihsizliği tasvir etmek için "şanssız el" sözünü kullanmayı meslektaşım Greg Erickson önerdi; Wild Bill Hickok'un hüzünlü öyküsünden alınmıştır (aslında memleketim olan Ottawa'ya (Illinois) çok yakın bir yerde doğmuş).

Cope'un, Wheeler Etüdü'nün, Baldwin'in ve San Juan Havzası'ndaki öteki keşiflerin tarihsel hikâyesi, Tom Williamson'la ve Sarah Shelley'le yapılan konuşmalara, ayrıca önde gelen memeli uzmanı ve yazar George Gaylord Simpson'ın bir dizi sürükleyici makalesine dayanıyor. Simpson kendi saha çalışmasını New Mexico'da yürütmüş, gerçi çoğunlukla, daha genç Eosen çağı memelilerine odaklanmıştır. Bunlar arasında, 1948'de (*American Journal of Science*, 246: 257–82), 1951'de (*Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 103: 1–21), 1959'da (*American Museum Novitates*, 57: 1–22), 1981'de yayımlanmış çalışmalar var (*Advances in San Juan Basin Paleontology* kitabında bir bölüm, University of New Mexico Press). *The Rise and Fall of the Dinosaurs*'da Cope ile Marsh'ın "Kemik Savaşları" rekabetini anlatıyorum. John Foster'ın harika kitabında bol bol ilave bilgi bulabilirsiniz: *Jurassic West: The Dinosaurs of the Morrison Formation and Their World* (Indiana University Press, 2007).

Cope, "Puerco kireçli toprağı" memelileri hakkında öyle çok makale yayımladı ki burada hepsine atıfta bulunmak imkansız. Tom Williamson'ın Nacimiento Oluşumu memelilerine dair usta işi araştırması, ki doktora çalışmasının konusudur ve tüm önemli tarihsel literatüre atıfta bulunur, 1996'da yayımlandı (*New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, 8: 1–141). "Puerco kireçli toprağını" ilk kez belirten Cope'un 1875 Wheeler Etüdü raporu (*Annual Report of the Chief of Engineers for 1875*, sayfa 61–97), 1880'lerde *The American Naturalist*'te yayımladığı birtakım kısa makaleler, 1884'te yayımlanmış (yumuşatarak söylemek gerekirse) uzunca cildi (çoğunlukla Cope İncili denir) (*The Vertebrata of the Tertiary Formations of the West*. Kitap 1. R*eport of the U.S. Geological Survey of the Territories [Hayden Survey]*, sayfa 1–1009), kilit makaleler arasındadır. New Mexico memelileriyle ilgili yine önemli bir çalışmayı 1937'de W. D. Matthew yayımladı (*Transactions of the American Philosophical Society*, 30: 1–510).

Condylarthalar, taeniodonlar, pantodonlar gibi Paleosen memelileri hakkında en iyi genel kaynak, *The Beginning of the Age of Mammals* kitabıdır. Önde gelen memeli paleontoloğu Kenneth Rose kaleme aldı (Johns Hopkins University Press, 2016). Sarah Shelley, doktora tezini 2017'de Edinburgh Üniversitesi'nde tamamladı ve büyük kısmını 2018'de yayımladı (*Ectoconus*'un yakın akrabası, yine New Mexico'da bulunmuş condylartha *Periptychus*'un inceleme nitelikli betimlemesi) (*PLoS ONE*, 13[7]: e0200132). Yakında başka bölümler de yayımlanacak! Robert Schoch, taeniodonları kapsamlı araştırmıştır (*Bulletin of the Peabody Museum of Natural History*, Yale University, 1986, 42: 1–307). Tom Williamson'la birlikte 2013'te New Mexico'dan *Wortmania* fosillerini betimledik (*PLoS ONE*, 8[9]: e75886). Elwyn Simons, pantodonları etraflıca araştırdı (*Transactions of the American Philosophical Society*, 1960, 50: 1–99). Şu an bazı doktora öğrencilerim condylarthaları (Sofia Holpin, Hans Püschel), taeniodonları (Zoi Kynigopoulou) ve pantodonları (Paige dePolo) inceliyor, dolayısıyla gözünüz onlarda ve yayınlarında olsun!

Memeli plasentalıları büyüleyici ve karmaşıktır. Bu bölümde ayırabileceğim yerden çok daha fazlasını hak ediyorlar. Nasıl iş gördüklerini, nasıl evrimleştiklerini öğrenmeye başlamanın en iyi yolu, Liam Drew'in kitabı *I, Mammal*'dır. Neil Shubin, *Some Assembly Required* adlı kitabında plasentalıların virüs DNA'sını sahiplenip anne tarafından püskürtülmelerini nasıl engellediklerini, annenin rahim hücrelerinin de plasentanın rahim duvarını istila etmesini mümkün kılma yollarını geliştirmesini harikulade anlatıyor. Plasenta evrimi üstüne ilginç makaleler arasında şunlar var: Chavan ve arkadaşları (*Placenta*, 2016, 40: 40–51), Wildman ve arkadaşları (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2006, 103: 3203–08), Roberts ve arkadaşları (*Reproduction*, 2016, 152: R179–R189). Kretase eutherialarında epipubis kemiklerinin olası mevcudiyetini ilkin Zofia Kielan-Jaworowska bildirdi; bu bulguyu, ekibinin *Barunlestes* ve *Zalambdalestes* adlı eutherialarının leğen kemerlerinde epipubis kemiği için eklem çentikleri keşfetmesine dayandırdı (*Nature*, 1975, 255: 698–99). Gobi eutherialarından *Ukhaatherium* ve kuvvetle muhtemel *Zalambdalestes* olan bir türün iskeletlerinde, Novacek ve arkadaşları gerçek epipubis kemikleri buldu (*Nature*, 1997, 389: 483–86). Yumurtayı "bakım paketi" olarak ve plasentayı çok-görevli organ olarak betimleyişim, araştırmacı Kelsey Coolahan'ın 2020'de Pulse isimli radyo programındaki söyleşisinde sarf ettiği sözlerden ilham aldı.

Araştırma grubum, Paleosen memelilerinin beyinleri ve duyuları üstüne birkaç yakın tarihli makale yayımladı. Bu çalışmanın başında, laboratuvarımda doktora sonrası çalışmalarını yürüten Ornella Bertrand (*Journal of Anatomy*, 2020, 236: 21–49); laboratuvarımda yüksek lisans yapan Joe Cameron (*The Anatomical Record*, 2019, 302: 306– 24) ile laboratuvarıma gelen lisans öğren-

cisi James Napoli vardı (*Journal of Mammalian Evolution*, 2018, 25: 179–95). Elinizdeki kitap matbaaya girerken, Ornella'nın erken dönem plasentalı beyni evrimi üstüne usta işi araştırması *Science*'dan kabul aldı! Memeli beyni evrimi üstüne en önemli çalışmalar arasında Harry Jerison'ın öncü çalışması da var, özellikle 1973 tarihli *Evolution of the Brain and Intelligence* kitabı (Academic Press).

Paleosen memelilerinin beden boyutu evrimi üstüne birtakım önemli araştırmalar yapıldı. Kretase sonu yokoluşunun ardından sayılarının hızla arttığı gösterildi. En etkili makalelerden ikisi şunlardır: paleo-istatistikçi John Alroy'un makalesi (*Systematic Biology*, 1999, 48: 107–18) ve evrimsel eğilimleri araştırmak için istatistik modeller kullanmada uzman olan Graham Slater'ın makalesi (*Methods in Ecology and Evolution*, 2013, 4: 734–44). Pek çok genç paleontolog kısa süre önce, Kretase-Paleosen yokoluşu sınırında değişmiş çeşitli memeli biyolojisi veçhelerini inceledi. Beslenme tarzının göstergesi olarak azıdişi şekilleri üstüne David Grossnickle ve Elis Newham (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2016, 283: 20160256), yine beslenme tarzının göstergesi olarak çene şekli üstüne Gemma Benevento (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2019, 286: 20190347), genel anatominin göstergesi olarak iskelet özellikleri üstüne Thomas Halliday (*Biological Journal of the Linnean Society*, 2016, 118: 152–68).

ALTINCI BÖLÜM: MEMELİLER MODERNLEŞİYOR

Öykümde andığım tüm hayvanlar, Messel fosil mevkisinden biliniyor. Ayrıntıların birçoğu (mesela kısrağın rahmindeki tek cenin, hayvanların anatomik özellikleri, yedikleri şeyler), gerçek fosillerden elde edildi. Bu öyküyü kaleme alırken, Messel üzerine yazılmış en düzgün bilgi kaynağından, yani şu kitaptan faydalandım: *Messel: An Ancient Greenhouse Ecosystem*, derleyenler Krister Smith, Stephan Schall, Jörg Habersetzer (Senckenberg Müzesi, Frankfurt, 2018). Tüm memeli gruplarını, ayrıca başka hayvanları (kuşlar, timsahlar, kaplumbağalar, vesaire), bitkileri, çevreyi işleyen, gölün yanardağ püskürmesinden nasıl oluştuğuna, gazların fosilleşmiş birçok hayvanı öldürmüş olabileceğine dair ayrıntılar veren ayrı bölümleri var. Yine önemli başka kaynaklar: UNESCO'nun internet sitesi (https://whc.unesco.org/en/list/720/); Gerhard Storch'un *Scientific American*'daki makalesi (1992, 266[2]: 64–69); Ken Rose'un Messel memelileri üstüne kısa incelemesi (*Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 2012, 92: 631–47).

Kahramanımız kısrak *Eurohippus* üstüne birkaç mükemmel makale yazılmıştır. Bunu 2006'da Jenz Lorenz Franzen isimlendirdi. Messel araştırma-

larının yöneticilerinden biridir (*Senckenbergiana Lethaea*, 86: 97–102). Yıllar boyunca, Franzen'in makalesine kadar *Eurohippus*'un başka bir Messel atı olan *Propalaeotherium*'la eşanlamlı olduğu düşünüldü. Franzen ve çalışma arkadaşları, içinde cenin taşıyan muhteşem *Eurohippus* iskeletini bir dizi makalede betimlediler (*PLoS ONE*, 2015, 10[10]: e0137985; *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 2017, 97: 807–32). Franzen ve bölümde daha sonra tanıştığımız Phil Gingerich dahil çalışma arkadaşları, primat *Darwinius*'u 2009'da uluslararası camiaya tanıttı (*PLoS ONE*, 4[5]: e5723).

Memeli filogenetiğinin (memeli aile ağaçları kurmanın) uzun, dolambaçlı bir geçmişi var. Mevcut bilgi birikimi ve onlarca yıllık tartışmalardan sonra bu noktaya nasıl ulaştığımıza dair genel değerlendirme için Liam Drew'ın kitabı *I, Mammal*'da ilgili bölümleri, Nicole Foley ile çalışma arkadaşlarının memeli soykütüğüne dair daha geniş kapsamlı incelemelerini (*Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B*, 2016, 371: 20150140), Robert Asher'ın (erken dönem memeli evrimi konusunda uzman ve harika bir yazar) memeli ilişkileri üstüne yazdığı, *Handbook of Zoology: Mammalian Evolution, Diversity and Systematics* kitabında yayımlanmış ayrıntılı özeti tavsiye ediyorum (DeGruyter, 2018). George Gaylord Simpson'ın 1945 tarihli ünlü aile ağacı *Bulletin of the American Museum of Natural History*'de yayımlandı (85: 1–350), Michael Novacek'in daha sonraki ağacı ise *Nature*'da yayımlandı (1992, 356: 121–25). Simpson'ın yaşamına ilişkin öyküler, David Rains Wallace'ın *Beasts of Eden* kitabından alındı; Léo Laporte'un kaleme aldığı biyografide Simpson hakkında daha fazlasını okuyabilirsiniz (*George Gaylord Simpson: Paleontologist and Evolutionist*, Columbia University Press, 2000).

Son yirmi beş yılda, DNA tabanlı bir dolu memeli aile ağacı kuruldu; kimileri memelileri bütün olarak etüt ederken, kimileri primatlar ya da kemirgenler gibi tekil grupların tür seviyesindeki ayrıntılı ilişkilerine odaklanır. Memelilerin DNA aile ağacına bugünkü şeklini veren (Afrotheria, Xenarthra, Euarchontoglire, Laurasiatheria adlı dört ana küme bulunduğu kabul edilir) temel nitelikteki erken dönem makaleleri, Mark Springer ve çalışma arkadaşları yayımladı, mesela Ole Madsen, Michael Stanhope, William Murphy, Stephen O'Brien, Emma Teeling ve pek çok başka isim. En önemlileri arasında şunlar var: Springer ve arkadaşları (*Nature*, 1997, 388: 61–64), Stanhope ve arkadaşları (*Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 1998, 95: 9967–72), Madsen ve arkadaşları (*Nature*, 2001, 409: 610–14), Murphy ve arkadaşları (*Nature*, 2001, 409: 614–18), ve Murphy ve arkadaşları (*Science*, 2001, 294: 2348–51). Daha yeni çalışmalarda, DNA ve anatomi özelliklerini birleştirilip "topyekûn kanıt" ağaçları inşa edilmeye başlandı; en göze çarpanı, Maureen O'Leary ve çalışma arkadaşlarının NSF-fonlu Memeli Yaşam Ağacı projesi için yayımladıkları

plasentalılar soykütüğüdür (*Science*, 2013, 339: 662–67). DNA ağacındaki beklenmedik gruplaşmalara dair betimlememde, Afrotherianın, "anatomiye bakıp tahmin edilemeyen en olağandışı birliktelik" olduğunu söylüyorum; bu doğru, gerçi 1800'lerin ikinci yarısında bizzat Edward Cope'un, anatomik özelliklere bakıp altın rengi köstebeklerin (fillerin ve tenreklerin dahil olduğu Afrotheria grubunun üyesi olduğunu günümüzde biliyoruz), Avrupa köstebeklerinden çok faklı olduğunu ileri sürdüğünü belirtmeden geçmeyelim.

Sırf anatomiye dayalı ağaçlar nadirleşiyor. Thomas Halliday ve çalışma arkadaşları kısa süre önce böyle bir ağaç yayımladı. Bu ağaç, Paleosen'in "arkaik" plasentalıları arasındaki ilişkiler ağını çözmeye kalkışır (*Biological Reviews*, 2017, 92: 521– 50). Avrupa Araştırma Konseyi'nden ödenek almış olan ekibim, bu ilişkilere daha fazla berraklık kazandırmak, özellikle de "arkaik" türlerin modern türlere nasıl oturduğunu anlamak için birbirinden bağımsız olarak hem anatomiyi hem DNA'yı kullanmayı deniyor. Şimdilik ön sonuçları özet halinde yayımladık, ama ben bu satırları kaleme alırken araştırma hâlâ devam ediyor. Burada eşaraştırmacılar John Wible ile Tom Williamson'a özel teşekkürlerimi sunuyorum. Büyük projemiz için onlar da National Science Vakfı'ndan ödenek aldı. Yayımlarımızı takip ediniz!

Plasentalı memelilerin ve bunları meydana getiren altgrupların ortaya çıkış zamanını hesaplamak üzere DNA saatinden faydalanma yöntemi üstüne geniş bir literatür var. Bizzat Placentalia şubesinin ve kimi altgrupların da Kretase'de, dinozorlar zamanında ortaya çıkmış olması giderek daha muhtemel görünüyor, fakat, evrimlerinin en yüksek ivmeyi kazandığı evre, göktaşı çarpmasının ardından, Paleosen'de geldi. Fakat, tüm bu görüşler DNA saatini temel alıyor, çünkü henüz ikna edici Kretase plasentalısı fosili bulabilen olmadı. Belki çok nadirlerdi ya da o dönemde dünyanın belirli köşeleriyle sınırlıydılar ya da yaygınlardı ama plasentalı olduklarını anlamakta güçlük çekiyoruz... ya da DNA saati yanlış. Bu tartışmaya dair doğru düzgün bir değerlendirme için, Archibald ve Deutschmann (*Journal of Mammalian Evolution*, 2001, 8: 107–24) ile Goswami'nin derleme makalelerine bakınız (*EvoDevo*, 2012, 3:18).

Paleosen-Eosen Isıl Azamisi (PEIA) (yaklaşık 56 milyon yıl önceki ani küresel ısınma), jeologların, iklimbilimcilerin, biyologların ve başka pek çok bilim insanının yoğun araştırmalarına konu oldu. PEIA'nın, sebeplerinin ve süresinin en iyi özeti, Francesca McInerney ve Scott Wing'in kaleme aldıkları bir inceleme makalesidir (*Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 2011, 39: 489–516). PEIA üzerine 2011'e kadar yapılmış en önemli çalışmalara atıfta bulunuyor. Daha yakın tarihli bir jeoloji ve iklimbilim çalışması da var. Zanlının Kuzey Atlas Okyanusu yanardağları ve kayaçları pişiren magma olduğunu (bana kalırsa) ikna edici şekilde tespit etmişler (Gutjahr ve arkadaşları, *Nature*, 2017,

548: 573–77; Jones ve arkadaşları, 2019, *Nature Communications*, 10: 5547). Bu yeni araştırmalar esasen, Svensen ve arkadaşları (*Nature*, 2004, 429: 542–45) ile Storey ve arkadaşlarının (*Science*, 2007, 316: 587–89) hipotezlerini destekliyor; yanardağların Kuzey Atlas Okyanusu'nu yırtıp geçmesiyle PEIA'nın aynı zamanda meydana geldiğini belirtiyorlar. PEIA'ya daha popüler, daha şiirsel bir bakış için, olağanüstü yetenekli bilim yazarı Peter Brannen'ın *Atlantic* dergisi için kaleme aldığı ilham verici makaleye bakın (Ağustos 2018).

PEIA'nın çevre üzerinde sayısız etkisi oldu. Küresel çapta, Weijers ve arkadaşları (*Earth and Planetary Science Letters*, 2007, 261: 230–38) ile Eberle ve arkadaşları (*Earth and Planetary Science Letters*, 2010, 296: 481–86) kuzey kutup bölgesinde aşırı yüksek kara sıcaklıkları tespit etti; Naafs ve arkadaşları orta enlemlerin sıcaklıklarını ölçtü (*Nature Geoscience*, 2018, 11: 766–71); Aze ve arkadaşları ise kaynar düzeydeki tropikal sıcaklıkları araştırdı (*Geology*, 2014, 42: 739–42). Yerel düzeyde Kraus ve Riggins, Wyoming'in Bighorn Havzası'ndaki geçici kurumaya dair kanıtları ele aldılar (*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2007, 245: 444–61); Ross Secord ve çalışma arkadaşları, sıcaklık artışını ayrıntılarıyla betimlediler (*Nature*, 2010, 467: 955–58); Scott Wing ve çalışma arkadaşları ise bitki örtüsü değişiklikleri üzerinde durdular (*Science*, 2005, 310: 993–96).

Bighorn Havzası memeli kaydı ve PEIA'ya nasıl tepki verdiği, Philip Gingerich'in hayatını adadığı çalışmanın ve pek çok öğrencisinin çalışmasının konusu oldu. Iowa'da Menonit tarikatı mensubu olarak yetişmesi dahil Gingerich'in geçmişine kısaca göz gezdirmek için, Tom Mueller'in *National Geographic*'in Ağustos 2010 sayısında çıkan makalesine bakınız. Gingerich 2006'da konuyla ilgili kolay okunur bir değerlendirme yazısı yayımladı (*Trends in Ecology and Evolution*, 21: 246–53); bu inceleme, iki teknik makalenin ardından geldi. Bu makaleler, PEIA sırasında memeli çeşitliliğinin ve beden boyutunun nasıl değiştiğini ayrıntılandırıyor: Birinin başında yüksek lisans öğrencisi William Clyde vardı (Clyde ve Gingerich, *Geology*, 1998, 26: 1011–14), öbürünü ise kendisi yazmıştır (*Geological Society of America Special Papers*, 2003, 369: 463–78). Gingerich, Bighorn Havzası jeolojisi ve paleontolojisi konusunda iki önemli kitap derledi (*University of Michigan Papers on Paleontology*, 1980, 24; *University of Michigan Papers on Paleontology*, 2001, 33).

PEIA'yı ve memelilerin verdiği tepkiyi kayda geçirmiş olan yerel Bighorn Havzası'ndaki buluntular üstüne temel makaleleri yayımlayanlar: Gingerich (*University of Michigan Papers on Paleontology*, 1989, 28), Gingerich ve Belçikalı meslektaşı Thierry Smith *(Contributions from the Museum of Paleontology*, The University of Michigan, 2006, 31: 245–303), Kenneth Rose ve çalışma arkadaşları (*University of Michigan Papers on Paleontology*, 2012, 24). Ross Secord, PEIA'daki

at cüceleşmesi üstüne olağanüstü çalışmasını *Science*'da takdim etti (2012, 335: 959–62); daha sonra Abigail D'Ambrosia ile ekibinin yaptığı çalışmada, ilerdeki küresel ısınma hadiseleri sırasında memelilerin benzer şekilde cüceleştiği bulundu (*Science Advances*, 2017, 3: e1601430). Yine önemli makaleler, Eosen Bighorn Havzası'nın ormanları hakkındaki çalışma (Secord ve arkadaşları, *Paleobiology*, 2008, 34: 282–300) ile Amy Chew'ın bölgedeki Eosen memelileri üstüne uzun vadeli araştırmasıdır (*Paleobiology*, 2009, 35: 13–31).

Sıcaklık artışı sırasında PEIA Üçlüsü'nün (primatlar, çifttoynaklılar, tektoynaklılar) göçü, fosil kaydında net biçimde görünüyor: Tüm bu hayvanlar kuzey kıtalarında esasen eşzamanlı boy gösteriyor. Primatları Thierry Smith ve çalışma arkadaşları (*Proceedings of the National Academy of Sciences*, ABD, 2006, 103: 11223–27) ile Chris Beard araştırmışlardır (*Proceedings of the National Academy of Sciences*, ABD, 2008, 105: 3815–18). Asya ve öteki kıtalar arasındaki genel ayrılığı Bowen ve arkadaşları (*Science*, 2002, 295: 2062–65) ile Bai ve arkadaşları değerlendirdi (*Communications Biology*, 2018, 1: 115). Avrupa faunalarını Smith ve arkadaşları ele aldı (*PLoS ONE*, 2014, 9[1]: e86229).

Bütün dünyaya yayılmış PEIA Üçlüsü'nün gerçek üyeleri hakkında daha fazla bilgi için, aşağıdaki kaynakları tavsiye ediyorum.

Primatlar: Erken dönem primat evriminin en keyifli, kolay okunur kılavuzlarından biri, önde gelen paleontolog, MacArthur Deha Ödeneği almış Chris Beard'ın bir kitabıdır (*The Hunt for the Dawn Monkey*, University of California Press, 2004). PEIA primatı *Teilhardina*'yı Ni ve arkadaşları (*Nature*, 2004, 427: 65–68), Rose ve arkadaşları (*American Journal of Physical Anthropology*, 2011, 146: 281–305), Morse ve arkadaşları betimlediler (*Journal of Human Evolution*, 2019, 128: 103–31). Yaklaşık aynı dönemden yine ilginç primatlar şunlardır: *Cantius* (Gingerich, *Nature*, 1986, 319: 319–21) ve *Archicebus* (Ni ve arkadaşları, *Nature*, 2013, 498: 60–64).

Çifttoynaklılar: Öncü çifttoynaklı *Diacodexis*'i Cope isimlendirdi ve Ken Rose betimledi; Rose, erken dönem memeli anatomisi ve evrimi konusunda dünyanın en saygın uzmanlarından biridir (*Science*, 1982, 216: 621–23). İskeletin kafatası dışındaki kısımlarına dair anatomik betimlemeleri Thewissen ve Hussain kaleme aldılar (*Anatomia, Histologia, Embryologia*, 1990, 19: 37–48); Maëva Orliac ve çalışma arkadaşları, bu hayvanın beynini (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2012, 279: 3670–77) ve içkulağını (*Journal of Anatomy*, 2012, 221: 417–26) betimlemek için BT taramalarını kullandılar.

Tektoynaklılar: Daha eski pek çok yayında, *Sifrhippus*'a *Hyracotherium* diye atıfta bulunulur; erken dönem atların iyi bilinen bir cinsi. Pek çok ayrık türü kendi içine alarak çöp kutusuna dönüşmüştür. *Sifrhippus* adını türetmiş

olan David Froehlich bu durumu netliğe kavuşturdu (*Zoological Journal of the Linnean Society*, 2002, 134: 141–256). *Hyracotherium* adı altında *Sifrhippus*'un anatomisini Wood ve arkadaşları betimlediler (*Journal of Mammalian Evolution*, 2011, 18: 1–32). Ken Rose ve çalışma arkadaşları, kışkırtıcı bir kuram ileri sürdüler. Buna göre tektoynaklılar Hindistan'da ortaya çıkmış, iki kıta Eosen'de çarpıştığında Asya'ya yayılmış olabilir (*Nature Communications*, 2011, 5: 5570; *Society of Vertebrate Paleontology Memoir*, 2020, 20: 1–147). Hindistan'ı "Nuh'un Gemisi" kefesine koyan fikir ilginç, ama tektoynaklı atalarının Kretase'de ya da Paleosen'de, o zamanlar ada olan Hindistan'a nasıl ulaştığı net değil.

Eosen primatları, tektoynaklıları, çifttoynaklıları ve genel olarak memelileri hakkında en düzgün kaynaklardan biri, Don Prothero'nun *Princeton Field Guide to Prehistoric Mammals* kitabıdır (Princeton University Press, 2017). Bundan etraflıca faydalandım. Toynaklı türler için de faydalı olan bir kitap, Don'ın Robert Schoch'la birlikte kaleme aldıkları kitaptır: *Horns, Tusks, and Flippers* (The Johns Hopkins University Press, 2002). İki kitap da tuhaf brontothereler ve chalicothereler hakkında bol bol bilgi içeriyor. Brontothereler hakkında en iyi teknik kaynak, Matthew Mihlbachler'ın yetkin incelemesidir. *Bulletin of the American Museum of Natural History*'de yayımlandı (2008, 311: 1–475). Bu grubu tanımlamaya ve sınıflandırmaya dönük en az yüz yıllık özensiz çalışmaları tanımlıyor, güncellenmiş bir sınıflandırma takdim ediyor.

Tarihçi Adrienne Mayor, Gök Gürültüsü Hayvanları'nın ve Amerikan Yerlileri'ne ait öteki fosil keşiflerinin öyküsünü 2005 tarihli kitabı *Fossil Legends of the First Americans*'da (Princeton University Press) ve 2007 tarihli bir makalesinde anlatıyor (*Geological Society of London, Special Publications*, 273: 245–61).

Kemirgenler gerçekten de multituberculataları rekabette alt edip yokoluşa sürükledi mi? Yoksa fırsattan yararlanıp yerlerine mi geçtiler? Genç paleontolog Neil Adams, henüz yüksek lisans öğrencisiyken zekice bir biyokimya yaklaşımı kullanarak bu konuda bir değerlendirme yaptı ve 2019'da yayımladı (*Royal Society Open Science*, 6: 181536). Hüküm: belki. Multituberculatalara kıyasla, kemirgenler ısırdığında kafatası kemiklerine daha yüksek gerilim biner, ama ısırma kuvvetini optimize edebilirler, yani iki grup birebir aynı şekilde çiğnemiyor ve usullerden bir tanesi daha mı "üstün," net değil.

Charles Darwin'in Beagle yolculuğuna dair en iyi bilgi kaynağı (ve asıl gerçekler), Darwin'in kendisinden, (atıfta bulunduğum) kitaplarından geliyor: *Beagle Yolculuğu* (1839) ve *Türlerin Kökeni* (1859). Paleontolog Juan Fernicola ve çalışma arkadaşları, Darwin'in memeli keşiflerini tekrar incelediler (*Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 2009, 64: 147–59); David Quammen'in *National Geographic* makalesi (Şubat 2009) sayesinde bu keşifleri daha geniş

bir kesim tanıdı. Fernicola'nın makalesi, iri fosil kemikleriyle karşılaşan Güney Amerika yerli halklarının da hikâyelerini aktarır.

Darwin'in Güney Amerikalı Toynaklıları kısa süre önce Darin Croft ve çalışma arkadaşlarınca gözden geçirildi (*Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 2020, 48: 11.1–11.32), ayrıca Don Prothero'nun yukarıda atıfta bulunduğumuz iki kitabında da anlatılmıştır. Richard Owen ve Ameghino kardeşler hakkındaki bilgi, Wallace'ın *Beasts of Eden* kitabından alındı. Bunlarla tektoynaklılar arasında bağlantı kuran "babalık testi" çalışmaları, proteinleri (Welker ve arkadaşları, *Nature*, 2015, 522: 81–84; Buckley, *Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2015, 282: 20142671) ve DNA'yı temel alıyor (Westbury ve arkadaşları, *Nature Communications*, 2017, 8: 15951). Darwin'in Toynaklıları'nın yalnızca iki altgrubunun (özellikle liptoternler (*Macrauchenia* grubu) ve notoungulata takımı (*Toxodon* grubu)) babalık testine tabi tutulduğunu belirtelim, dolayısıyla diğer altgrupların da tektoynaklılarla bağlantılı olup olmadığı henüz net değildir. Darwin'in Toynaklıları'nın Güney Amerika'dan Antarktika'ya yayılımını Reguero ve arkadaşları incelediler (*Global and Planetary Change*, 2014, 123: 400–413).

Darin Croft, *Horned Armadillos and Rafting Monkeys* (Indiana University Press, 2016) adlı kitabında Güney Amerika'nın ada memelisi faunasının profilini ustalıkla çıkardı. George Gaylord Simpson'ın görüşleri, *Splendid Isolation* (Yale University Press, 1980) adlı kitabında sunuluyor. Sparasodonlar hakkında önemli makaleler arasında şunlar var: Argot (*Zoological Journal of the Linnean Society*, 2004, 140: 487–521), Forasiepi (*Monografías del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 2009, 6: 1–174), Goswami ve arkadaşları (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2011, 278: 1831–39), Prevosti ve arkadaşları (*Journal of Mammalian Evolution*, 2013, 20: 3–21), Croft ve arkadaşları (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2017, 285: 20172012), Muizon ve arkadaşları (*Geodiversitas*, 2018, 40: 363–459), Janis ve arkadaşları (*PeerJ*, 2020, 8:e9346). Son makale, biyomekanik analiz kullanarak "keseli kılıçdişli" *Thylacosmilus*'un, köpekdişlerini hakiki kılıçdişli kedilerden farklı kullandığını ileri sürüyor. Boğaz kesmekten ziyade karın yarma gereci olarak. Darwin'in Toynaklıları'nın kemiklerindeki sparasodon ısırık izlerini Tomassini ve arkadaşları betimledi (*Journal of South American Earth Sciences*, 2017, 73: 33–41).

Afrika'dan Güney Amerika'ya salla geçen primatların ve kemirgenlerin inanılmaz ama gerçek hikâyesi birkaç önemli makalede anlatıldı. Mariano Bond ve çalışma arkadaşları, Güney Amerika Eosen'inden en eski Yeni Dünya maymunu *Perupithecus*'u betimlediler (*Nature*, 2015, 520: 538–41). Şaşırtıcı ama, Seiffert ve çalışma arkadaşları kısa süre önce ikinci bir Güney Amerika soyundan bahsettiler. O da bir Afrika grubu içinde yuvalanmıştır. Yeni Dünya maymunlarından

bağımsız olarak batıya salla açılmış olabilirler (*Science*, 2020, 368: 194–97). Sal yolculuğuna çıkan caviomorfları Antoine ve arkadaşları ele alıyor (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2012, 279: 1319–26). İnek ebatlı devasa kemirgen *Josephoartigasia* (araba büyüklüğünde, kobay görünümlü hayvanlar düşünün), Rinderknecht ve Blanco (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2008, 275: 923–28) ve Millien tarafından incelendi (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2008, 275: 1953–55). Kemirgenler ve primatlar Afrika'dan Güney Amerika'ya geçmeden önce, Asya'dan (ya da Avrupa'dan) Afrika'ya gelmeliydi. Bu konuyu Sallam ve arkadaşları (*Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 2009, 106: 16722–27), Jaeger ve arkadaşları (*Nature*, 2010, 467: 1095–98) ve yukarıda atıfta bulunduğumuz kitabında Chris Beard ele alır.

YEDİNCİ BÖLÜM: AŞIRI UÇ MEMELİLER

"Aşırı Uç Memeliler" başlığı için aynı adlı bir sergiden esinlendim. İlkin Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nde sunuldu. Küratörlüğünü doktora kurulu üyelerimden ve akıl hocalarımdan, büyük hayranlık duyulan memeli uzmanı John Flynn üstlenmişti.

Bu bölümde filler, yarasalar, balinalar öne çıkıyor. Her bir grup için pek çok ilave okuma kaynağı var. Üç grubun da evrimini kapsayan en sürükleyici genel kaynak, Don Prothero'nun *Princeton Field Guide to Prehistoric Mammals* kitabıdır (Princeton University Press, 2017). Her grubun evrimsel geçmişi ve ilişkileri hakkında bilgi için, Robert Asher'ın *Handbook of Zoology: Mammalian Evolution, Diversity and Systematics* (yukarıda atıfta bulunuyoruz) kitabındaki bölüm, mükemmel bir özettir.

Filler: Emmanuel Gheerbrant ve çalışma arkadaşları, fil fosillerinin geçiş dizisi hakkında birkaç makale yayımladılar. Boyutlarının zamanla nasıl irileştiğini gösterdiler. Bunlar arasında, *Eritherium* üstüne *(Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 2009, 106: 10717–21), *Phosphatherium* üstüne (*Nature*, 1996, 383: 68–70) ve *Daouitherium* üstüne (*Acta Palaeontologica Polonica*, 2002, 47: 493–506) çalışmalar var. Gheerbrant, fillere ve başka modern türlere doğru ilerleyen atasal soy öncesindeki ilkel Afrotheriaların fosillerini de betimledi, mesela *Ocepia* (*PLoS ONE*, 2014, 9: e89739) ve *Abdounodus* (*PLoS ONE*, 2016, 11: e0157556); embritopodların kökeni hakkında da önemli çalışmalar yaptı. Soyu tükenmiş bu grup, devasa boynuzlu tuhaf *Arsinotherium*'u içeriyor (*Current Biology*, 2018, 28: 2167–73). Soyu tükenmiş başka Afrotherialara ilişkin üç makale, tarihöncesi damanların garip vücut tiplerini ve iri ebatlarını hoş bir şekilde gösteriyor (Schwartz ve arkadaşları, *Journal of Mammalogy*, 1995, 76: 1088–99;

Rasmussen ve Simmons, *Journal of Vertebrate Paleontology*, 2000, 20: 167–76; Tabuce, *Palaeovertebrata*, 2016, 40: e1–12). Daha net olmak adına Afrotherialar hakkında son bir husus: Afrika'nın endemik grubu gibi görünseler de, Kretase sonu evresinde ya da Paleosen başında başka bir yerden gelmiş ataları vardı, dolayısıyla bu en erken Afrotherialaların, Afrika'yla kısıtlı kalmalarından önce aslında başka kıtalarda (belki yaygınlıkla) yaşamış olması olasıdır.

Fil ebadının zamanla değiştiğine ilişkin olarak anlattıklarım (tek tek türlerin ebat tahminleri dahil), Asier Larramendi'nin yazdığı önemli bir makaleden geliyor (*Acta Palaeontologica Polonica*, 2016, 61: 537–74). Bu makale, *Palaeoloxodon*'un devasa beden boyutu tahminlerine ilişkin kanıtları inceliyor; kabul etmek gerekiyor ki bu hesaplamalar bölük pörçük fosillerden yola çıkarak yapılan kestirimlere dayanıyor. Bu makale aynı zamanda *Paraceratherium* gibi Eosen-Oligosen gergedanlarının boyutlarını, en iri fillerle bu hayvanların karşılaştırılmasını ele alıyor. Bu kaynakları ve literatürden başka kaynakları okuduğumda, *Palaeoloxodon* gibi fillerin ya da *Paraceratherium* gibi gergedanların "gelmiş geçmiş en iri kara memelisi" unvanını elinde tuttuğunu gönül rahatlığıyla söyleyebileceğimizi sanmıyorum, ama o denli önemli de değil: Bu hayvanlar aşağı yukarı aynı ebada ulaştı ve bu ebat kocamandı.

Memeli beden boyutunun zamanla evrimine ve Eosen-Oligosen sınırı civarında nasıl zirveye çıktığına dair anlattıklarım, Felisa Smith'in (*Science*, 2010, 330: 1216–19) ve Juha Saarinen'in (*Proceedings of the Royal Society of London Series B*, 2014, 281: 20132049) önderlik ettikleri aynı genel araştırma grubunun iki kilit makalesine, ayrıca Roland Sookias ile çalışma arkadaşlarının ilk makaleyi bir nevi çürütmesine dayanıyor (*Biology Letters*, 2012, 8: 674–77).

Dinozorların muazzam boyutlara nasıl ulaştığı ve hangi anatomik özelliklerinin bunu mümkün kıldığı hakkında daha fazla bilgi için, lütfen *The Rise and Fall of the Dinosaurs* kitabıma ve kitapta göndermede bulunulan kaynaklara bakın, mesela Martin Sander ile çalışma arkadaşlarının önemli araştırması (*Biological Reviews*, 2011, 86: 117–55). Fillerin beyni ve zamanla nasıl irileştikleri hakkındaki bilgiler için, Julien Benoit ile ekibinin araştırmasına başvurabilirsiniz (*Scientific Reports*, 2019, 9: 9323).

Yarasalar: Yarasalara gelince, Nancy Simmons ve çalışma arkadaşları, en eski ve en ilkel fosil yarasa *Onychonycteris*'i *Nature* dergisinin kapak haberinde betimledi (2008, 451: 818–21). Daha sonra hem hayvanın boğazı ve kulağı hakkında (*Nature*, 2010, 466: E8–E9, aşağıda atıfta bulunduğumuz Vesekla ve arkadaşları makalesine cevaben), hem de Lucila Amador'un önderlik ettiği bir makalede, kanatları ve uçma tarzı hakkında ayrıntılar da yayımladılar (*Biology Letters*, 2019, 15: 20180857). Nancy, yarasaların kökenine dair sürükleyici bir

inceleme makalesinin ast yazarlarından biridir. Makalenin başyazarı, merhum çalışma arkadaşı Gregg Gunnell'dı (*Journal of Mammalian Evolution*, 2005, 12: 209–46); Nancy ve Jonathan Geisler, *Bulletin of the American Museum of Natural History* dergisinde yarasa soykütüğü hakkında çığır açan bir inceleme yayımladılar (1998, 235: 1–182).

Yine önemli Eosen yarasa fosilleri arasında ABD'nin batı topraklarında bulunmuş *Icaronycteris*'i (Jepsen, *Science*, 1966, 1333–39), Avustralya'dan *Australonycteris*'i (Hand ve arkadaşları, *Journal of Vertebrate Paleontology*, 1994, 14: 375–81), Tanzanya'dan *Tanzanycteris*'i (Gunnell ve arkadaşları, *Palaeontologica Electronica*, 2003, 5[3]:1–10), Cezayir'den bir erken dönem Eosen numunesini (Ravel ve arkadaşları, *Naturwissenschaften*, 2011, 98: 397–405), Hindistan'dan birtakım canlı türleriṇi (Smith ve arkadaşları, *Naturwissenschaften*, 2007, 94: 1003–09) ve Portekiz'den numuneleri sayabiliriz (Tabuce ve arkadaşları, *Journal of Vertebrate Paleontology*, 2009, 29: 627–30). Almanya'daki Messel yarasaları, *Messel: An Ancient Greenhouse Ecosystem* kitabında (yukarıda atıfta bulunuyoruz) ve Jörg Habersetzer ile çalışma arkadaşlarının iki makalesinde betimleniyor (*Naturwissenschaften*, 1992, 79: 462–66; *Historical Biology*, 1994, 8: 235–60).

Yarasa uçuşu hakkında zengin bir literatür var. Yarasaların nasıl uçtuğu, iskeletlerinin ve kanat şekillerinin yarasa uçuşunu nasıl mümkün kıldığı hakkında en iyi kaynaklardan biri, Norberg ile Rayner'ın çığır açan incelemesidir (*Philosophical Transactions of the Royal Society Series B*, 1987, 316: 335–427). Bahsettiğim saatte 160 kilometrelik hızı, McCracken ve çalışma arkadaşları kaydettiler (*Royal Society Open Science*, 2016, 3: 160398). Karen Sears ve çalışma arkadaşları, embriyonik dönemde yarasa kanatlarının nasıl geliştiğine, nasıl evrimleştikleri açısından bunun anlamına dair önemli bir araştırma yayımladılar (*Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 2006, 103: 6581–86).

Yarasa ekolokasyonu üstüne de zengin bir literatür bulunuyor. Rahat anlaşılır inceleme makaleleri arasında şunları sayabiliriz: Arita ve Fenton (*Trends in Ecology and Evolution*, 1997, 12: 53–58), Speakman (*Mammal Review*, 2001, 31: 111–30), Jones ve Teeling (*Trends in Ecology and Evolution*, 2006, 21: 149–56). Mike Novacek, kulak salyangozu boyutunun ekolokasyonla ilişkili olduğunu gösterdi (*Nature*, 1985, 315: 140–41). Nina Veselka ve ekibi ise boğaz ve kulak kemikleri arasındaki bağlantının, ekolokasyonla ilişkisini göz önüne serdi (*Nature*, 2010, 463: 939–42). Yarasalarda ekolokasyonun nasıl evrimleştiğine eğilen yazarlar da oldu. Modern yarasaların aile ağacına ve modern türler arasındaki farklı ekolokasyon tiplerinin dağılımına yaslandılar; başlıcaları şunlardır: Emma Teeling ve çalışma arkadaşları (*Nature*, 2000, 403: 188–92), Mark Springer ve ekibi (*Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 2001, 98: 6241–46). Nancy Simmons gibi yarasalar konusunda dünya çapında

bir uzman sayılan Teeling, DNA babalık testini kullanarak günümüz yarasalarının soykütük ilişkileri üstüne kilometre taşı niteliğinde bir araştırma yürüttü (*Science*, 2005, 307: 508–84).

Gröger ile Weigrebe'ın makalesinden (*BMC Biology*, 2006, 4: 18) ve Schmidt ile arkadaşlarının makalesinden (*Journal of Comparative Physiology A*, 1991, 168: 45–51), vampir yarasalar hakkında, özellikle de avlanma tarzları ve beyinlerinin, soluk ritimlerine göre ayarlı olması hakkında pek çok şey öğrendim. Bir vampir kolonisinin yılda ne kadar inek kanı tükettiği bilgisi, *National Geographic*'den alındı (https://www.nationalgeographic.com/animals/mammals/c/common-vampire-bat/).

Balinalar: Balinalar hakkında muazzam, geniş, derin bir literatür var. Yürüyen atalardan nasıl evrimleştiklerini, bu aşırı uç memelilerin günümüzde nasıl hareket ettiğini, beslendiğini, ürediğini, akrabalığını, iletişimini anlatıyor. Balinaların geçmişine, bugününe, geleceğine dair hızlı ritimli, birinci tekil şahıs bir anlatım için, Nick Pyenson'un popüler bilim kitabı *Spying on Whales*'ini (2018, Viking) ne kadar tavsiye etsem az gelir. Nick, Smithsonian Müzesi'nde küratördür ve öyle görünüyor ki balinabilim alanında her işi yapmış; fosil balinalar bulup tanımlamaktan tutun günümüz balinalarını teşrih etmeye, balinaların göçünü ve dalma şablonlarını araştırmak için onları takip etmeye varana kadar. Benzersiz bilim yazarı Carl Zimmer, daha erken tarihli bir kitap kaleme aldı. Kitap kısmen, balinaların yürümekten yüzmeye geçişine odaklanıyor. Kitabın adı *At the Water's Edge*'dir (Simon & Schuster, 1999). Daha yakın geçmişte Hans Thewissen, balina evrimi ve kendi fosil keşifleri hakkında yarı teknik, yarı kişisel bir anlatı yazdı: *The Walking Whales* (University of California Press, 2019). Annalisa Berta, tüm deniz memelileri üstüne daha genel bir yarı teknik kitap kaleme aldı: *Return to the Sea* (University of California Press, 2012). Üç paleontolog, Felix Marx, Olivier Lambert ve Mark Uhen, ekip kurup balinaların evrimsel tarihi üstüne fantastik bir yarı teknik inceleme yazdılar: *Cetacean Paleobiology* (Wiley-Blackwell, 2016).

Balinalara daha fazla dalmadan önce, farklı bir konuya girelim. Özgün bir kitap okumak istiyorsanız, Dietrich ve Rosemary Klemm'in *The Stones of the Pyramids* kitabına bir bakın. Gize Piramitleri'nin ve öteki Mısır anıtlarının hangi taş türlerinden inşa edildiğini ana hatlarıyla anlatıyor (De Gruyter, 2010).

Balina evrimine (ve yürüyüşçülerin nasıl yüzücüye dönüştüğüne) gelince, öyküyü gayet güzel anlatan birkaç genel inceleme makalesi var. Bunların başlıcaları şu denemelerdir: Hans Thewissen ve E. M. Williams (*Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 2002, 33: 73–90); Hans Thewissen, Lisa Noelle Cooper ve çalışma arkadaşları (*Evolution: Education and Outreach*, 2009,

2: 272–88); Sunil Bajpai ve çalışma arkadaşları (*Journal of Biosciences*, 2009, 34: 673–86); Mark Uhen (*Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 2010, 38: 189–219); John Gatesy ve çalışma arkadaşları (*Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2013, 66: 479–506); Nick Pyenson (*Current Biology*, 2017, 27: R558–R564). Bu incelemeler aynı zamanda, balinaları çifttoynaklılara bağlayan DNA kanıtlarını ve başka türlü moleküler kanıtları, ayrıca bu araştırmaların tarihini de anlatıyor, önem taşıyan kaynaklara atıfta bulunuyor. Keşke ben söylemiş olsam, ama "Moby Dick'e dönüşen Bambi" sözüne, Ian Sample'ın *Guardian*'da çıkan, *Indohyus* keşfini anlatan makalesi ilham verdi (*Indohyus* fosillerinin keşif ayrıntılarını da bu makaleden aldım).

Eosen balinalarında çifttoynaklıların tipik özelliği olan çift-makaralı aşık-kemiğinin keşfi, neredeyse eşzamanlı yayımlanmış iki makaleyle duyuruldu: Thewissen ve çalışma arkadaşları (*Nature*, 2001, 413: 277–81) ile Philip Gingerich ve çalışma arkadaşları (*Science*, 2001, 293: 2239–42).

Anlatı tarzımın olası tuzaklarını açıkça ortaya koymak isterim. Geçiş balinalarından bahsettiğimde, tek bir *Indohyus* bireyinin suya kaçtığı, bu bireyin de balina atası olduğu izlenimini veriyor olabilirim. Keza, *Indohyus*'un evrimleşip *Pakicetus*'a dönüştüğü, bunun önce *Ambulocetus*'a sonra *Rodhotecus*'a evrimleştiği, sonunda günümüz balinalarına ulaşıldığı izlenimini de yaratıyor olabilirim. Bunlar katiyetle doğru değil. İlk husus hakkında: Hindistan adasında yaşayan bir *Indohyus* popülasyonu (ve/veya yakın akraba bir tür) vardı. Bu popülasyon, suyla denemeler yapmaya başladı. İkinci hususa gelince: Metinde andığım fosiller, aile ağacında balinalara uzanan hatta ardışık dallar oluşturur. Bu türler ille birbirinin atası değildir, ama paleontologların şimdilik bulduğu fosillerdir. Çok daha büyük bir zincirin halkalarıdır. Bu zincir, henüz bulmadığımız başka türler içeriyor. Ayrıca, altını çizdiğim belirli türler, daha geniş grupların üyesidir: *Indohyus*, Raoellidae üyesidir; *Pakicetus*, Pakicetidae üyesidir; *Ambulocetus*, Ambulocetidae üyesidir; *Rodhocetus*, Protocetidae üyesidir; *Basilosaurus*, Basilosauridae üyesidir. Balinalara uzanan atasal adımlar dizisini oluşturanlar bu gruplardır; ayrıca metinde anmadığım Remingtonocetidae adlı bir grup. Metinde bahsettiğim türler, bu grupların en iyi örnekleridir: En düzgün fosillerden tanınıyorlar, yoğun araştırmalara tabi tutuldular, bu yüzden profili en kolay çıkarılan türler. Dolayısıyla, bahsettiğim fosiller, balinaların geyik benzeri atalarının başkalaşım geçirerek gitgide daha becerikli yüzücüler haline geldiği, ilerleyen aşamaları *temsil ediyor*. Her biri, öykünün bir kısmını ifşa eden bir ipucu; öykünün dolambaçsız olmasını sağlayan şey, balinalara uzanan hattaki, ya da aile ağacındaki adım adım düzenleniştir, gerçi bu özgül türler, katı bir ata-torun zinciri oluşturmaz. Zincirde başka hangi halkaların bulunacağını kim biliyor ki?

Balinalara uzanan hattaki geçiş türleri zinciri için en elzem kaynaklar şunlardır:

Indohyus: A. Ranga Rao 1971'de bu memelinin kırık dökük ilk fosillerini betimledi (*Journal of the Geological Society of India*, 12: 124–34). Hans Thewissen ve çalışma arkadaşları daha sonra yeni fosil materyalleri betimlediler, bunlar da balinalarla bağı gün yüzüne çıkardı (*Nature*, 2007, 250: 1190–94). Lisa Noelle Cooper, Thewissen ve çalışma arkadaşları 2012'de bu fosilleri kapsamlı ayrıntılarla betimlediler (*Historical Biology*, 24: 279–310). Thewissen'ın ekibine Hint meslektaşları Sunil Bajpai ve B. N. Tiwari de dahildi.

Pakicetus: Phil Gingerich ve çalışma arkadaşları *Pakicetus*'u ilkin *Science*'da betimlediler (1983, 220: 403–6). S. I. Madar, *Pakicetus* iskeletini ve başka pakicetidleri daha ayrıntılı ele aldı (*Journal of Paleontology*, 2007, 81: 176–200).

Ambulocetus: Hans Thewissen ve çalışma arkadaşları *Ambulocetus*'u ilkin *Science*'da betimlediler (1994, 263: 210–12), daha sonra iskeletinin kapsamlı bir tasvirini yayımladılar (*Courier Forsch.-Inst. Senckenberg*, 1996, 191: 1–86). 2016'da Konami Ando ve Shin-ichi Fujiwara, yayımladıkları önemli araştırmada, iskeletin kafatası dışındaki anatomisini temel alarak, *Ambulocetus*'un güçlü bir yüzücü, zayıf bir yürüyüşçü olduğunu, muhtemelen zamanının çoğunu suda geçirdiğini ileri sürdüler (*Journal of Anatomy*, 229: 768–77). Sunil Bajpai ve Gingerich yine önemli bir ambulocetid betimlediler: *Himalayacetus*. Aşağı yukarı 52,5 milyon yaşındadır ve fosil kaydında bilinen en yaşlı balinadır, yani karadan suya geçiş o dönemde meydana gelmiş olmalı (*Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 1998, 95: 15464–68).

Protocetidler: Phil Gingerich ve çalışma arkadaşları *Rodhocetus*'u 1994'te betimlediler (*Nature*, 368: 844–47). Belçikalı balina uzmanı Olivier Lambert (onunla birlikte birkaç sene boyunca *Acta Palaeontologica Polonica* dergisini yayıma hazırladık), *Current Biology* dergisinde çıkan 2019 tarihli harika bir makalede, Peru pakicetidi *Peregocetus*'u betimledi (29: 1352–59). Bu makale, balinaların erken dönem dağılımı ve göçleri meselesini genel olarak ele alır. Peru'dan, İtalya'dan, Fransa'dan yazarlar da bu makaleye katkı sundu; ilk küresel balinaları araştıran küresel bir ekip. Aile ağacının pakicetid-ambulocetid-protocetid kısmında balinaların işitme yetileri üstüne fevkalade çalışmalar yapıldı. En çok öne çıkanlar şunlardır: Thewissen ve Hussain (*Nature*, 1993, 361: 444–45), Nummella ve arkadaşları (*Nature*, 2004, 430: 776–78), Mourlam ve Orliac (*Current Biology*, 2017, 27: 1776–81).

Basilosaurus ve Vadi el-Hitan Balinaları: *Basilosaurus*'un renkli bir geçmişi var. İlkin 1830'larda ABD'nin güneyinde keşfedildi. Bu ismin verilmesinin nedeni ("kral kertenkele" anlamına gelir), deniz yılanı gibi görünmesidir. Tekrar tekrar

boy gösteren kötü adamımız Richard Owen, hayvanın sürüngen değil bir erken dönem balina olduğunu fark etti, ama, zoolojinin isimlendirme kurallarından ötürü, *Basilosaurus* adı yapıştı kaldı. David Rains Wallace'ın *Beasts of Eden* ve Don Prothero ile Robert Schoch'un *Horns, Tusks, & Flippers* kitaplarında bu tarihçe anlatılıyor (ikisine de yukarıda atıfta bulunduk). Gingerich'in önderlik ettiği bir ekip, Mısırlı *Basilosaurus* numunelerinin bacaklarını ve ayaklarını 1990'da betimledi (*Science*, 249: 154– 57). Gingerich 1992'de Vadi el-Hitan balinaları ve başka Mısırlı Eosen balinaları üstüne kılı kırk yaran bir inceleme yayımladı. Tek tek numunelerin hem coğrafi mevkisini hem de Eosen kayaçlarının hangi katmanında bulunduğunu titizlikle belgeledi (*University of Michigan Papers on Paleontology*, 30: 1–84). Manja Voss'un önderlik ettiği yazarlar ekibi (Gingerich ve Mısırlı çalışma arkadaşları dahil), bir *Basilosaurus* içindeki etkileyici *Dorudon* fosilini betimledi (*PLoS ONE*, 2019, 14: e0209021). Tom Mueller'in *National Geographic* dergisinin Ağustos 2010 sayısında basılan makalesi, Vadi el-Hitan balinalarını ve Gingerich'in çalışmasını tasvir eden, ilham verici bir popüler bilim metnidir.

Dişli balinaların evrimi hakkındaki önemli kaynaklar arasında, metinde adı geçen üç tür üstüne makaleler var: *Cotylocara* (Geisler ve arkadaşları, *Nature*, 2004, 508: 383–86), *Echovenator* (Churchill ve arkadaşları, *Current Biology*, 2016, 26: 2144–49), *Livyatan* (Lambert ve arkadaşları, *Nature*, 2010, 466: 105–8). Dahası, dişli balina biyolojisinin veçheleriyle ilgili önemli çalışmalar arasında, meslek yaşamının henüz erken bir aşamasındaki paleontolog Travis Park ile çalışma arkadaşlarının, ekolokasyonun kökeni ve erken dönem evrimi üstüne araştırması (*Biology Letters*, 2016, 12: 20160060), Lori Marino ve çalışma arkadaşlarının, dişli balinaların muazzam beyin evrimi üstüne makaleleri var (*The Anatomical Record*, 2004, 281A: 1247–55; *PLoS Biology*, 2007, 5: e139).

Çubuklu balinaların erken dönem evrimine dair önemli kaynaklar arasında, metinde adı geçen iki tür üstüne makaleler var: *Mystacodon* (Lambert ve arkadaşları, *Current Biology*, 2017, 27: 1535–41) ve *Llanocetus* (Mitchell, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1989, 46: 2219–35; Fordyce ve Marx, *Current Biology*, 2018, 28: 1670–76), ayrıca çenesinde ne dişi ne baleni olan kilit *Maiabalaena* türü üstüne bir makale bulunuyor (Peredo ve arkadaşları, *Current Biology*, 2018, 28: 3992–4000). Dahası, çubuklu balina biyolojisinin veçhelerini ele alan diğer önemli araştırmalar, balenin kökeni ve erken dönem evrimi konusunda makaleler içeriyor (Peredo ve arkadaşları, *Frontiers in Marine Science*, 2017, 4: 67; Hocking ve arkadaşları, *Biology Letters*, 2017, 13: 20170348; ayrıca Demere ve arkadaşlarının [*Systematic Biology*, 2008, 57: 15–37] ve Geisler ve arkadaşlarının farklı hipotezlerine bakınız [*Current Biology*, 2017, 27: 2036–

42]); işitme yetenekleri konusunda: Park ve arkadaşları, *Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2017, 284: 20162528.

Mavi balinaların biyolojik yeteneklerine ve çubuklu balinaların evrimine dair başlıca kaynaklarım, mavi balinaların sütten kesilmesi ve yavru boyutları üstüne makaleleri (Lockyer, *FAO Fisheries Series*, 1981, 3: 379–487; Mizroch ve arkadaşları, *Marine Fisheries Review*, 1984, 46: 15–19); beslenme ve kril tüketimi hakkındaki makaleleri (Goldbogen ve arkadaşları, *Journal of Experimental Biology*, 2011, 214: 131–46; Fossette ve arkadaşları, *Ecology and Evolution*, 2017, 7: 9085–97); ve beden boyutu evrimini ele alan makaleleri içeriyor (Slater ve arkadaşları, *Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2017, 284: 20170546; Goldbogen ve arkadaşları, *Science*, 2019, 366: 1367–72). Nick Pyenson'ın *Spying on Whales* başlıklı kitabında ve *Current Biology*'de yayımlanan 2017 tarihli derlemesinde (yukarıda atıfta bulunuyoruz) çubuklu balinalarda boyut evrimine ilişkin sunduğu tartışma, dili berrak, sürükleyici ve büyüleyici metinlerdir.

SEKİZİNCİ BÖLÜM: MEMELİLER VE DEĞİŞEN İKLİMLER

Amerikan Savanası'ndaki kül yağışı felaketini anlattığım kurmaca hikâyem, Ashfall Fosil Yatakları'nda bozulmadan kalmış fosilleri (çeşit çeşit türü, kül içindeki iskeletlerin konumunu, kemiklerinde gözlemlenebilen illetleri), mevkinin jeolojisini (farklı kül katmanlarını, bunların kalınlıklarını ve niteliklerini, olay dizilerine dair içerimlerini), Edinburgh'daki iki yanardağbilimci çalışma arkadaşım Eliza Calder ve Isla Simmons'la eğlenceli sohbetlerimizi temel alıyor.

Ashfall mevkisi üstüne en iyi kaynakları, burayı keşfeden bilim insanı Mike Voorhies kaleme aldı. *Research Reports of the National Geographic Society*'de yayımlanan 1985 tarihli makalesi (19: 671– 88), gergedanların ağızlarında ve göğüs kafeslerinde muhafaza edilmiş ot fosilleri üstüne Joseph Thomasson'la birlikte yazdığı makale (*Science*, 1979, 206: 331–33), Nebraska Üniversitesi Müzesi'nin *Museum Notes* yayınında basılmış popüler bilim metni (1992, 81: 1–4), *Geologic Field Trips along the Boundary between the Central Lowlands and Great Plains* adlı kitapta S. T. Tucker ve çalışma arkadaşlarıyla birlikte kaleme aldığı bölüm (*Geological Society of America Field Guide*, 2014, 36) bilhassa bilgilendiricidir. Ashfall Fosil Yatakları internet sitesi de tam bir bilgi pınarıdır (https://ashfall.unl.edu/), tıpkı Terri Cook'un *Earth Magazine*'de 2017'de yayımlanmış makalesi gibi. Ashfall çökellerinin yaşını ve kaynağının izini Idaho'da bir Yellowstone püskürmesine kadar süren hafiyelik çalışmasını, Smith ve arkadaşları ele alıyor (*PLoS ONE*, 2018, 13: e0207103).

Ashfall gergedanlarının biyolojisini, davranışlarını, beslenme tarzlarını, sürü yapılarını ete kemiğe büründürmek için çeşitli kaynaklardan yararlandım. Bu makalelerin başlıcaları: Alfred Mead (*Paleobiology*, 2000, 26: 689–706), Matthew Mihlbachler (*Paleobiology*, 2003, 29: 412–28), Nicholas Famoso ve Darren Pagnac (*Transactions of the Nebraska Academy of Sciences*, 2011, 32: 98–107), New Mexico saha çalışması arkadaşlarım Bian Wang ve Ross Secord (*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2020, 542: 109411). Kül zehirlenmesinin sebep olduğu Ashfall gergedanları patolojileri üstüne D. K. Beck'in kaleme aldığı şahane konferans özeti de var (*Geological Society of America Abstracts with Programs*, 1995, 27: 38).

Eosen-Oligosen sınırındaki hamamdan soğuk seraya geçiş, bunun sebepleri, dünyanın farklı köşelerinde ne şiddette seyrettiği, sıcaklığın yağış miktarını ve iklimin başka veçhelerini nasıl etkilediği hakkında geniş bir literatür var. Son 66 milyon yılda, göktaşı sonrasında iklimin nasıl değiştiği hakkındaki en iyi kaynak, Thomas Westerhold ve Edinburgh'dan Dick Kroon dahil çalışma arkadaşlarının 2020'de *Science*'da yayımladığı makaledir (369: 1383–87). Bu makale, anlaşılması gayet kolay olan zaman-sıcaklık grafikleri içeriyor. Başlıca değişimlere ve dünyanın sera, soğuk sera ve buzhane evrelerinin belirteçlerine işaret ediyor (sera dediğim evreyi, şiddetli sera ve ılıman sera evrelerine ayırdıklarını belirtelim). Eosen-Oligosen üstüne diğer temel kaynaklar arasında şu makaleler bulunuyor: DeConto ve Pollard (*Nature*, 2003, 421: 246–49), Cox ve arkadaşları (*Nature*, 2005, 433: 53–57), Scher ve Martin (*Science*, 2006, 312: 428–30), Zanazzi ve arkadaşları (*Nature*, 2007, 445: 639–42), Liu ve arkadaşları (*Science*, 2009, 323: 1187–90), Katz ve arkadaşları (*Science*, 2011, 332: 1076–79), Spray ve arkadaşları (*Paleoceanography and Paleoclimatology*, 2019, 34: 1124–38).

Oligosen ve Miyosen sırasında otlakların yayılmasını işleyen devasa bir literatür bulunuyor. Bunun büyük kısmını Caroline Strömberg ve çalışma arkadaşları üretti. En faydalı ve kolay okunur derlemelerden ikisi, Caroline'in *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*'taki makalesi (2011, 39: 517–44) ve yine Caroline'ın katkı yaptığı, Erika Edwards'ın önderliğinde *Science*'ta basılmış makaledir (2010, 328: 587–91). Caroline'ın Kuzey Amerika'da otlakların ve memelilerin birlikte evrimi hakkındaki doktora tezi, birkaç makale halinde yayımlandı (*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2004, 207: 239–75; *Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2005, 102: 11980–84; *Paleobiology*, 2006, 32: 236–58); çalışma arkadaşlarıyla birlikte Türkiye otlaklarını (*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2007, 250: 18–49) ve Güney Amerika otlaklarını inceledi (*Nature Communications*, 2013, 4:1478), mesela doktora öğrencisi Regan Dunn'ın önderlik ettiği, Güney Amerika üstüne bir çalışma dahil (*Science*, 2015, 347: 258–61). Caroline ve Vandana Prasad'ın

liderlik ettiği Hintli çalışma arkadaşları, bunların geç Kretase ot pitolitlerini *Science*'da betimlediler (2005, 310: 1177–80). Caroline'ın meslek yaşamının ve erken dönem araştırmalarının kimi ayrıntıları, Romer Ödülü'nü kazandığının ilan edildiği Omurgalı Paleontolojisi Vakfı biyografisinden alındı.

Otlakların evriminin memeliler üzerindeki etkilerini ve buna cevaben diş hipsodontisinin gelişmesini, önde gelen paleontolog Christine Janis, çalışma arkadaşlarından oluşan bir ekiple yıllar boyunca araştırdı. Konuyla ilgili en iyi, en kapsamlı incelemeyi, Christine ve John Damuth yazdılar. Bu makale, kullandığım mekanik kurşun kalem örneksemesinin ve günümüzde otlayan hayvanların ne miktarda çakıl tükettiği, dişlerinin ne ölçüde aşındığı verisinin kaynağıdır (*Biological Reviews*, 2011, 86: 733–58). Bu makale, Christine'in Mikael Fortelius'la birlikte aynı dergide 1988'de yayımladığı çığır açan inceleme makalesinin pek çok açıdan devamıdır (63: 197–230). Christine aynı zamanda, Borja Figueirido'nun yönettiği ekibin parçasıydı. Bu ekip, son 66 milyon yılda memeli evriminin iklimle alakasını kapsamlı olarak inceledi (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2019, 116: 12698–03) Christine ayrıca Phillip Jardine'in yönettiği başka bir ekibin de üyesiydi. Bu ekip Amerikan Savanası'nda atların ve diğer uzun dişli memelilerin gösterdiği hipsodonti evrimi şablonlarını değerlendirmeye aldı (*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2012, 365–66: 1–10). Güney Amerika memelilerinde hipsodontinin evrimini Rodrigues ve arkadaşları ele aldılar (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2014, 114: 1069–74). Hipsodonti ile diş aşınması arasındaki ilişki (ayrıca otlanmayla alakalı diş aşınmasının, atlarda, hipsodontiden çok daha önce boy gösterdiğine dair fevkalade bulgu), Matthew Mihlbachler ve çalışma arkadaşlarının 2011'de *Science*'da yayımladıkları harika makalenin konusuydu (331: 1178–81). Otlanma, hipsodonti ve diş minesinin karmaşıklığı arasındaki ilişkiyi, Nicholas Famoso ve arkadaşları aydınlattılar (*Journal of Mammalian Evolution*, 2016, 23: 43–47); savanalarda koşucu memelilerin evrimleşmesini David Levering ve ekibi ele aldı (*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2017, 466: 279–86).

George Gaylord Simpson, Büyük Dönüşüm öyküsünü 1951 tarihli kitabı *Horses: The Story of the Horse Family in the Modern World and through Sixty Million Years of History*'de ortaya koydu (Oxford University Press). Günümüzde Kuzey Amerika'da at araştırmalarının başını çeken kişi, Florida Üniversitesi'nden Bruce MacFadden'dır. At evrimi üstüne kendi ayrıntılı kitabını yayımladı: *Fossil Horses: Systematics, Paleobiology, and Evolution of the Family Equinae* (1992, Cambridge University Press); ayrıca tomar tomar makale yazdı, mesela *Science*'da 2005'te yayımlanan kısa ama etkili derleme (307: 1728–20). Önemli çalışmaları arasında şunlar var: Miyosen ve Pliyosen atları üstüne 1984 tarihli

bir derleme (*Bulletin of the American Museum of Natural History*, 179: 1–196), erken dönem atların soykütüğü ve Miyosen otlakçılarının hızla yayılması üstüne 1988'de Richard Hulbert'la birlikte kaleme aldıkları makale (*Nature*, 336: 466–68), Miyosen sonu ve Pliyosen başında atların gerileme döneminde beslenme tarzları ve ekolojileri üstüne bir araştırma (*Science*, 1999, 283: 824–27), otlayan memelilerin evrimi üstüne keyifli derlemeler (*Trends in Ecology and Evolution*, 1997, 12: 182–87; *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2000, 31: 33–59).

Miyosen'de serpilenler, sırf otla beslenen hayvanlar değildi! Christine Janis, John Damuth ve Jessica Theodor, yazdıkları bir dizi kışkırtıcı makalede, yaprakla beslenen otçulların da çeşitlendiğini gösterdiler; aslında günümüzün benzer çevrelerine kıyasla daha yüksek çeşitlilik sergiliyorlardı (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2000, 97: 7899–904; *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2004, 207: 371–98). Otla ve yaprakla beslenen tüm bu hayvanları yiyen yırtıcılara gelince, temel kaynaklarım, ünlü etçil memeliler uzmanı Blaire van Valkenburgh'un yazdığı incelemelerdir (*Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 1999, 27: 463–93; *Paleontological Society Papers*, 2002, 8: 267–88). Figueirido ile ekibinin ilginç bir araştırması, Amerikan Savanası zamanında et yiyen memelilerin hâlâ çoğunlukla, tuzak kurarak avlanan yırtıcılar ya da avlarını kısa mesafe kovalayan saldır-kovala yırtıcıları olduğunu, anca çok yakın geçmişte, Buzul Çağı sırasında avını tamamen uzun mesafe kovalayan yırtıcıların evrimleştiğini gösterdiler (*Nature Communications*, 2015, 6: 7976). Küçük memelileri es geçemeyiz! Joshua Samuels ve Samantha Hopkins ikilisi, bunların otlaklardaki evriminin ana hatlarını 2017 tarihli bir makalede gayet güzel ortaya koyuyor (*Global and Planetary Change*, 149: 36–52).

Riversleigh'yi ve Avustralya'nın keseli faunasının evrimini işleyen kısım, literatürü ve Mike Archer'la, Robin Beck'le yaptığım konuşmaları temel alıyor. Mike ve çalışma arkadaşları Sue Hand ile Hank Godthelp, 1994'te Riversleigh üstüne bir kitap yazdılar (*Riversleigh: The Story of Animals in Ancient Rainforests of Inland Australia*, Reed Books); şimdi yeni keşiflerle güncellemeleri gerekiyor! Önemli derlemeler arasında, 2012 tarihli *Earth and Life* adlı kitapta (John Talent derledi, Springer yayımladı) Mike'ın nice doktora öğrencisinden biri olan Karen Black'ın yazdığı, Avustralya keselilerinin yükselişi üstüne bir bölüm ve Rob'un *Handbook of Australasian Biogeography* için 2017'de kaleme aldığı bölüm var (329–66). Rob aynı zamanda Eosen'in erken dönem Avustralya keselileri üstüne iki önemli makalenin baş yazarıdır (*PLoS ONE*, 2008, 3: e1858; *Naturwissenschaften*, 2012, 99: 715–29). Mike'ın *Nature Australia* için yazdığı sürükleyici, eğlenceli makaleleri de anmasam olmaz. Pek çok Riversleigh buluntusunu ve keseli evriminin genel öyküsünü anlatıyor; bunları güncelleyip bir araya getirerek bir popüler bilim kitabı yazsa ne güzel olur.

Mike, Sue, Hank, Rob ve Riversleigh yoldaşları (Derrick Arena, Marie Attard, Tim Flannery, Julien Louys, Anna Gillespie, Kenny Travouillon, Steve Wroe ve birçok isim), Riversleigh fosilleri üstüne düzinelerce ve düzinelerce araştırma makalesi yayımladılar. Bu bölümü yazarken başvurduklarım arasında şu makaleler var: Riversleigh yağmur ormanı çevresi (Travouillon ve arkadaşları, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2009, 276: 24–37; Travouillon ve arkadaşları, *Geology*, 2012, 40[6]: e273); Riversleigh faunasının yaşı ve Oligosen ile Miyosen'i kapsayan dört alana ayrılması (Arena ve arkadaşları, *Lethaia*, 2016, 49: 43–60; Woodhead ve arkadaşları, *Gondwana Research*, 2016, 29: 153–67); Riversleigh fosillerinin mağara ortamında korunması (Arena ve arkadaşları, *Sedimentary Geology*, 2014, 304: 28–43); Riversleigh memelilerinin genel çeşitliliği (Archer ve arkadaşları, *Alcheringa*, 2006, 30:S1: 1–17); Riversleigh'de bulunan Burdekin Eriği fosili (Rozefelds ve arkadaşları, *Alcheringa*, 2015, 39: 24–39).

Metinde andığım belirli Riversleigh memelileri üstüne daha fazla bilgi için, lütfen aşağıdaki kaynaklara bakınız: ağaçlara tırmanan, vombatlarla akraba dev *Nimbadon* (Black ve arkadaşları, *Journal of Vertebrate Paleontology*, 2010, 30: 993–1011); etçil tasmanyakurdu *Nimbacinus* (Attard ve arkadaşları, *PLoS ONE*, 2014, 9[4]: e93088); vahşi keseli aslanlar (Gillespie ve arkadaşları, *Journal of Systematic Palaeontology*, 2019, 17: 59–89); ilkel kangurular (Kear ve arkadaşları, *Journal of Paleontology*, 2007, 81: 1147–67; Black ve arkadaşları, *PLoS ONE*, 2014, 9[11]: e112705); olasılıkla et yiyen sıçan-kanguru *Ekaltadeta* (Archer ve Flannery, *Journal of Paleontology*, 1985, 59: 1331–49; Wroe ve arkadaşları, *Journal of Paleontology*, 1998, 72: 738–51); ilkel koalalar (Louys ve arkadaşları, *Journal of Vertebrate Paleontology*, 2009, 29: 981–92; Black ve arkadaşları, *Gondwana Research*, 2014, 25: 1186–201); yağmur ormanı keseli köstebeği *Naraboryctes* (Archer ve arkadaşları, *Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2011, 278: 1498–506; Beck ve arkadaşları, *Memoirs of Museum Victoria*, 2016, 74: 151–71); çekiç dişli salyangoz yiyici *Malleodectes* (Arena ve arkadaşları, *Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2011, 278: 3529–33; Archer ve arkadaşları, *Scientific Reports*, 2016, 6: 26911); bilimsel adı *Yalkaparidon* olan "Thingodonta"nın ta kendisi (Archer ve arkadaşları, *Science*, 1988, 239: 1528–31; Beck, *Biological Journal of the Linnean Society*, 2009, 97: 1–17).

DOKUZUNCU BÖLÜM: BUZUL ÇAĞI MEMELİLERİ

Stono kölelerinin ve mamutları keşfetmelerinin öyküsünü Adrienne Mayor, *Fossil Legends of the First Americans* kitabında (Princeton University Press, 2005) ve 2014'te *Wonders & Marvels* dergisi için kaleme aldığı makalede anlatıyor;

kendisi tarihteki fosil keşifleri ve yerlilerin fosillerle karşılaşması konularında önde gelen bir tarihçi. E-posta üzerinden yürüttüğümüz sohbetimizde ilave bilgiler de verdi. Harika kitabı Amerikan Yerlileri'nin fosil keşifleri ve buldukları dev kemikleri nasıl yorumladıkları hakkında bir dolu bilgi kapsıyor, Big Bone Lick öyküsü dahil.

Thomas Jefferson'ın mamut tutkusu, tarih ve bilim içerikli pek çok çalışmada gayet güzel belgelenmiştir. Jefferson'ın 1797'de *Megalonyx* üzerine yaptığı konuşmayı okuyabilirsiniz, çünkü araştırma makalesi olarak yayımlandı (*Transactions of the American Philosophical Society*, 1799, 4: 246–60). Ocak 2021 ortasında bu satırları yazarken, görev başındaki başkan yardımcımız Mike Pence'in hakemli bir dergide bilimsel makale yayımlamasının ne kadar imkansız olduğunu düşünüyorum. Belki de Buffon, Amerikan yozlaşmasından bahsederken haklıydı? Jefferson üstüne önemli kaynaklar arasında, yirminci yüzyılın ilk yarısı paleontologlarından Henry Fairfield Osborn'un iki makalesi de var (*Science*, 1929, 69: 410–13; *Science*, 1935, 82: 533–38). Osborn beyaz ırkın üstünlüğünü şiddetle savunuyordu, dolayısıyla bu çalışmalarda Stono kölelerinden bahsedilmez. Jefferson, Buffon, Lewis ve Clark hakkında, ayrıca mamutlar hakkındaki bilgileri birtakım makalelerden elde ettim, mesela Richard Conniff'in *Smithsonian*'daki, Cara Giaimo'nun *Atlas Obscura*'daki, Phil Edwards'ın *Vox*'taki, Emily Petsko'un *Mental Floss*'daki, Keith Thomson'ın *American Scientist*'teki makaleleri, ayrıca Monticello internet sitesi. Bu internet sitesinde, Jefferson'ın fosil koleksiyonu hakkında bilgiler var. Son olarak, yüksek lisans öğrencisiyken bana *Megalonyx* kemiklerini gösterdiği için Philadelphia'dan Ted Daeschler'e çok teşekkür ederim.

Illinois'un buzul topografyasına dair bilgimin büyük kısmı, lisede Joe Jakupcak'tan aldığım derslere dayanıyor. Yıllar içinde onunla yaptığımız sayısız sohbet bu bilgimi takviye etti. Illinois Eyaleti Jeoloji Etüdü (ISGS), kendi internet sitelerinden tutun (https:// isgs.illinois.edu/outreach/geology-resources), bizzat bastıkları *Field Trip Guidebooks* serisine varana kadar Buzul Çağı Illinois'u hakkında çeşit çeşit kaynak sunuyor. Bu kitaplar arasında, burada anlatılan öyküyle en alakalısı, 1986B (memleketim Ottawa'ya), 1995C (Ottawa'nın güneyinde Streator-Pontiac bölgesine), 2002A (Ottawa'nın doğusunda Hennepin bölgesine yapılan gezi; Bay Jakupcak'la birlikte lise son sınıftayken katıldım) numaralı rehberlerdir. Bu kısımda anılan öteki olgular ve sayılar, *Geology and Mineral Resources of the Marseilles, Ottawa, and Streator Quadrangles* başlıklı 1942 tarihli ISGS Bülteni'nden (66. sayı), ayrıca LaSalle County'nin hidrojeolojisi hakkında bir ABD Jeoloji Etüdü'nden alındı (*Scientific Investigations Report* 2016-5154). Ottawa'nın güneyindeki buzultaş bölgesi, Farm Ridge Buzultaşı'dır, üst kısmına tünemiş Grand Ridge tarım köyünden ötürü bazen Grand Ridge Buzultaşı da denir.

Buzul Çağı'nın ve megafaunasının en iyi, en resimli, en kolay okunur özetlerinden biri, Ross MacPhee'nin kitabı *End of the Megafauna*'dır (W.W. Norton & Company, 2019). Peter Schouten'ın kendi ortamlarındaki megafaunaya dair etkileyici çizimlerinin yanı sıra, kitap, son buzul ilerleyişi sırasında buzulla kaplı alanların haritalarını (Kuzey Amerika Wisconsin Buzul İlerleyişi denir; buzullar orta Illinois'un güneyine kadar ulaştı, ama, daha eski buzlu dönemlerde, buz örtüleri daha da güneye inmişti), Mamut Bozkırı'nın ve başka Buzul Çağı biyomlarının haritalarını, zamana bağlı sıcaklık ve buz hacmi değişimi grafiklerini içeriyor.

Buzul Çağı iklimi üstüne önemli kaynaklar arasında Zhang ve arkadaşlarının karbondioksit seviyelerinin zamanla değişimini ele alan çalışması (*Philosophical Transactions of the Royal Society, Series A*, 2013, 371: 20130096), Sarnthein ve arkadaşlarının Atlas Okyanusu akıntılarının buz örtülerini beslemesi üstüne çalışması (*Climate of the Past*, 2009, 5: 269–83), Bailey ve arkadaşlarının kutup buz örtülerinin Kuzey Amerika'ya ilerleyişinin başlangıcı üstüne çalışması (*Quaternary Science Reviews*, 2013, 75: 181–94), Spray ve arkadaşlarının Kuzey Yarımküre buz örtüsü oluşumunun zamanlaması üstüne çalışması var (*Paleoceanography and Paleoclimatology*, 2019, 34: 1124–38). Gök cisimlerinin devirleri ve buzul ataklarını nasıl denetim altında tuttukları üstüne en yeni araştırmalar (metinde bahsetttiğim müzik benzetmesinden azıcık daha karmaşıktır), Bajo ve arkadaşlarının 2020 tarihli *Science* makalesinde bulunabilir (367: 1235–39). Üç göksel devir var. Bunların teknik adı, Milankoviç Devirleri'dir: dışmerkezlilik (dünyanın güneş çevresindeki yörüngesinin şekli), eğim (dünya ekseninin eğimi), yalpalama (dünya ekseninin titreşmesi). Bajo ve arkadaşları, bilhassa eğimin, diğer devirlerin de katkısıyla, buzullanmanın başlamasının ve sürmesinin ana itici gücü olduğunu buldular.

Haley O'Brien'ın kubbe kafalı Afrika öküz başlı antilobu *Rusingoryx* üstüne makalesi *Current Biology*'de yayımlandı (2016, 26: 503–6), Tyler Faith ile çalışma arkadaşlarının makalesinde ilave bilgi bulunabilir (*Quaternary Research*, 2011, 75: 697–707). Christine Janis ve çalışma arkadaşları, dev Avustralya Buzul Çağı kangurularının sıçrama yetenekleri (ya da sıçrayamamaları) üstüne ilginç bir makale kaleme aldılar (*PLoS ONE*, 2014, 9[10]: e109888).

Mamutlar hayli büyüleyicidir, dolayısıyla sonsuz bir literatür kaynağıdırlar. Adrian Lister ile Paul Bahn'ın kitabı *Mammoths: Giants of the Ice Age*'te (University of California Press, 2007) ve Lister'ın tek yazarlı, benzer isimli *Mammoths: Ice Age Giants* kitabında düzgün bir değerlendirme bulunabilir (Natural History Museum, 2014). Jordi Agustí ile Mauricio Antón'un kitabı *Mammoths, Sabertooths, and Hominids*'te (Columbia University Press, 2002), Don Prothero'nun *Princeton Field Guide to Prehistoric Mammals* kitabında,

Prothero ile Schoch'un *Horns, Tusks, and Flippers* kitabında kolay okunur başka anlatılar bulunabilir. Bu iki kitaba yukarıda atıfta bulunduk.

Sibirya'nın çılgın Mamut Avcıları Helen Pilcher'in kitabı *Bring Back the King*'de (Bloomsbury, 2016), *BBC Science Focus*'ta basılan makalesinde, Sabrina Weiss'ın *Wired*'daki makalesinde ve bir Radio Free Europe haberinde anlatılıyor. Bu haberde fotoğrafçı Amos Chapple, fildişi yolunda bir ekibe eşlik etmiş. Günümüzün mamut avcılığı gözünüze romantik görünüyorsa, orada durun. Tehlikelidir, çevre kirliliği yaratır, yasadışıdır. Ayrıca, mamut dişi satmanın, fildişi piyasasını canlandırdığı, kalan son Afrika ve Hint fillerinin kaçak avlanmasını teşvik ettiği de ileri sürülüyor (bence makul bir sav).

Tüylü mamutun tam genomunu Eleftheria Palkopoulou ve çalışma arkadaşları 2015'te *Current Biology*'de yayımladılar (25: 1395–1400). O sene daha sonra Vincent Lynch ve çalışma arkadaşlarının *Cell Reports*'ta yayımladıkları makale, iki ilave mamut genomu betimledi; mamutun soğuk yaşam ortamıyla ve buzlu yaşam tarzıyla ilişkili genetik değişikliklerini tespit etmek için bu genomları kullandılar (12: 217–28). Derken, ben bu bölümü bitirmek üzereyken, Tom van der Valk ve arkadaşlarının göz kamaştırıcı bir çalışması, bir milyon yıldan eski bir mamut DNA'sı bildirdi; eski DNA için rekor bir süre (*Nature*, 2021, 591: 265–69)! Bu genetik araştırmaları, mamut DNA'sı üstüne on yılı aşkın süredir devam eden çalışmalar önceliyor. Yıllar içinde basılmış, birbiri üzerine kurulu başka temel makaleler şunlardır: Poinar ve arkadaşları (*Science*, 2006, 311: 392– 94), Krause ve arkadaşları (*Nature*, 2006, 439: 724–27), Rogaev ve arkadaşları (*PLoS Biology*, 2006, 4[3]: e73), Gilbert ve arkadaşları (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2008, 105: 8327–32), Miller ve arkadaşları (*Nature*, 2008, 456: 387–90), Debruyne ve arkadaşları (*Current Biology*, 2008, 18: 1320–26), Campbell ve arkadaşları (*Nature Genetics*, 2010, 42: 536–40; bu makale, soğuğa uyum göstermiş hemoglobin mutasyonlarını betimliyor), Rohland ve arkadaşları (*PLoS Biology*, 2011, 8[12]: e1000564; bu makale aynı zamanda mastodon DNA'sını da betimliyor); Enk ve arkadaşları (*Genome Biology*, 2011, 12: R51; bu makale, tüylü mamutlarla Kolombiya mamutlarının çiftleşmesine dair kanıtlar sunuyor).

Mamut kılı hem betimleyici çalışmaların hem genetik çalışmaların konusu oldu. 2006'da Römpler ve çalışma arkadaşları, farklı kıl renklerine işaret eden bir hücre çekirdeği geni tespit ettiler (*Science*, 313: 62). Daha sonra Claire Workman ve ekibi tarafından kırk yedi mamut etüt edildi, DNA'ları toplandı, açık renkli kıla sebep olan genetik kombinasyonun olağanüstü nadir olduğu saptandı (*Quaternary Science Reviews*, 2011, 30: 2304–08). Başka bir araç kullanan Silvana Tridico ve çalışma arkadaşları, 2014'te, çeşitli mamut mumyalarından elde edilmiş dört yüzü aşkın kılı mikroskopla incelediler, farklı renklerden

oluşan bir palet betimlediler; buna dış muhafaza kılları ile iç post arası başlıca renk ayrımları da dahildi (*Quaternary Science Reviews*, 2014, 68–75).

Londra Doğa Tarihi Müzesi'nin olağanüstü mamut uzmanı Adrian Lister, tüylü mamut evrimi ve göçleri üstüne bir makaleler kataloğu yayımladı. Bu bölümün yazılmasında özellikle faydalı olan ikisi, Avrasya'daki mamut evrimine dair eşyazarı olduğu 2005 tarihli derleme (*Quaternary International*, 126–128: 49–64) ve mamutların Kuzey Amerika'ya defalarca göçünün anlatıldığı 2015 tarihli heyecan verici *Science* makalesidir (350: 805–9).

Mamut sürüleri ve toplumsal yaşamları konusunda, metinde bahsedilen Kanada'daki iz mevkisini McNeill ve arkadaşları betimlediler (*Quaternary Science Reviews*, 2005, 24: 1253–59). Mamutların büyümesi ve süt emmesi konusunda Metcalfe ve arkadaşlarının kullandığı diş ve kemik izotopu araştırmaları, anne mamutların bebeklerini en az üç yıl sütle beslediğini gösterdi (*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2010, 298: 257–70). Mamut üremesi, çocukluk çağı, yavruların yetiştirilmesi hakkındaki bilgimizin büyük kısmı, Lyuba adlı bir aylık göz kamaştırıcı Sibirya buz mumyasından geliyor. Bu mumyanın keşfedilmesinin ayrıntıları, Tom Mueller'in Mayıs 2009 tarihli *National Geographic* kapak makalesinde hoş bir tarzla anlatılmıştır. Lyuba'yı ele alan ana araştırma makaleleri arasında, van Geel ve arkadaşlarının Lyuba'nın beslenmesi ve mide içeriği üstüne çalışması (*Quaternary Science Reviews*, 2011, 30: 3935–46), Fisher ve arkadaşlarının Lyuba'nın ölümü ve korunması üstüne çalışması (*Quaternary International*, 2012, 255: 94–105), Rountrey ve arkadaşlarının Lyuba'nın gelişimi ve doğduğu mevsim üstüne çalışması var (*Quaternary International*, 2012, 255: 106–205).

Smilodon ve öteki kılıçdişli kaplanlar, tıpkı mamutlar gibi, sonsuz bir büyülenme ve araştırma konusudur. En başarılı genel değerlendirmelerden üçü: Alan Turner ve Mauricio Antón'un kitabı *The Big Cats and Their Fossil Relatives* (Columbia University Press, 1997), Antón'un kitabı *Sabertooth* (Indiana University Press, 2013) ve *Smilodon: The Iconic Sabertooth* (Johns Hopkins University Press, 2018), teknik makalelerden oluşan bu kitabı Lars Werdelin, Gregory McDonald ve Christopher Shaw derlediler. Los Angeles'taki Rancho La Brea çökellerine ilişkin hoş bir özet, John Harris'in derlediği makale koleksiyonu *La Brea and Beyond: The Paleontology of Asphalt Preserved Biotas*'ta bulunabilir (*Natural History Museum of Los Angeles County Science Series*, 2015, 42: 1–174). *Smilodon*'un vücut boyutlarına ilişkin olarak sunduğum istatistikler, Christiansen ile Harris'ten alındı (*Journal of Morphology*, 2005, 266: 369–84).

Anlatımın odağında *Smilodon*'un kendisi olsa da, geniş bir kılıçdişli ailesi olan Machairodontinae'nın ferdidir. Bu ailenin modern kedilerle ilişkisini

berraklığa kavuşturan, *Smilodon*'un ve başka Machairodontinae üyelerinin ele alındığı genetik araştırmalardır. Bunlar bir dizi makalede yayımlandı, mesela: Janczewski ve arkadaşları (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 1992, 89: 9769–73), Paijmans ve arkadaşları (*Current Biology*, 2017, 27: 3330–36), ayrıca Ross Barnett ile çalışma arkadaşlarının iki makalesi (*Current Biology*, 2005, 15: R589–R590; *Current Biology*, 2020, 30: 1–8). Barnett, Britanya megafaunasının evrimi ve yokoluşu üstüne büyüleyici bir kitap kaleme adlı: *The Missing Lynx* (Bloomsbury, 2019). *Smilodon*'un Güney Amerika'ya iki kez geçişinin ardından buradaki evrimini ve dağılımını Manzuetti ve arkadaşları irdeliyor (*Quaternary Science Reviews*, 2018, 180: 57–62).

Kılıçdişli kaplanlar, avlamak ve öldürmek için köpekdişlerini nasıl kullanıyordu? Bu mesele, nesiller boyunca paleontologları büyüledi, kapsamlı bir literatüre can verdi. Her şey sırayla. Kılıçdişli ininde mamut kemikleri barındıran Texas mağarasını Marean ve Ehrhardt betimlediler (*Journal of Human Evolution*, 1995, 29: 515–47). Genele bakarsak, Blaire van Valkenburgh'un önderlik ettiği ilginç makalede, *Smilodon* gibi iri Buzul Çağı yırtıcılarının, mamutlar gibi en iri megafaunanın yavrularıyla beslenebildiği ileri sürüldü (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2016, 113: 862–67). *Smilodon*'un orman sakini türleri, ulu kurtların da otlak türlerini yeğlediğine ilişkin izotop kanıtlarını Larisa DeSantis ve çalışma arkadaşları sundular (*Current Biology*, 2019, 29: 2488–95). DeSantis, fosil omurgalıların beslenme alışkanlıklarını ve yaşam alanlarını araştırmak için izotop analizi kullanma konusunda önderdir. Paleontoloji ile kimyayı harmanladığı çalışmalarına uzun süredir hayranım.

İlgi çekici iki makalede *Smilodon* ısırığını araştırırken bilgisayar modellemesi kullanıldı: McHenry ve arkadaşlarının çığır açan araştırmasında mühendislerin faydalandığı teknikler kullanıldı (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2007, 104: 16010–15), ayrıca Figueirido ve arkadaşlarının çok daha yakın tarihli araştırması (*Current Biology*, 2018, 28: 3260–66). Bu iki çalışmanın bazı ayrıntıları farklıdır; örneğin ilk araştırma, *Smilodon*'un ısırığının ve kafatasının olağanüstü zayıf olduğunu ileri sürerken, ikincisi ise daha büyük gerilime dayanabilen güçlü bir kafatasının söz konusu olduğunu söyler. Bundan bağımsız olarak, *Smilodon* kuvvetle muhtemel, kılıcıyla delerek öldürüyordu (teknik adı "köpekdişi parçalaması ısırığıdır"). Julie Meachen-Samuels ile Blaire van Valkenburgh'un makalesinde, *Smilodon*'da özellikle güçlü ve sağlam ön uzuvlara dair kanıtlar betimlendi; kılıçdişle vurucu darbeyi indirmeden önce kolların, avı sarmalamak için kullanıldığına ilişkin kanıtlar (*PLoS ONE*, 2010, 5[7]: e11412).

Smilodon'un çetin yaşamını, patolojik kemiklerini, kırık dişlerini van Valkenburgh ile Hertel (*Science*, 1993, 261: 456–59), Rothschild ve Martin (şu kitapta: *The Other Saber Tooths*, derleyenler Naples, Martin ve Babiarz, Johns

Hopkins University Press, 2011), Brown ve arkadaşları kayda geçirdiler (*Nature Ecology & Evolution*, 2017, 1: 0131). Chris Carbone ve çalışma arkadaşları tarafından 2009 tarihli bir makalede *Smilodon* toplumsallığına dair kanıtlar betimlendi (*Biology Letters*, 5: 81–85); bu çalışma, kanıtların yeterliliğini sorgulayan bir dizi sav atışmasına zemin hazırladı. *Smilodon*'un dil kemikleri ve kükremesi hakkındaki bilgi, John Pickrell'in yazdığı bir *Scientific American* makalesinden alındı. Bu makale Christopher Shaw'ın yürüttüğü, Omurgalı Paleontolojisi Vakfı'nın 2018'deki yıllık toplantısında takdim edilen, ilgili toplantı bülteninde özet olarak yayımlanmış, hâlâ devam eden araştırmaya dayanır.

Fosilleşmiş *Smilodon* ailesini (anne ve iki yavrusu), Ashley Reynolds, Kevin Seymour ve David Evans betimlediler. Onlar da benim gibi ismen dinozor araştırmacısıdır, gerçi pek çok konuyla ilgilenirler (*iScience*, 2021, 101916). *Smilodon* diş büyümesinin zamanlamasını ve şablonunu Wysocki ve arkadaşları ele aldı (*PLoS ONE*, 2015, 10[7]: e0129847), *Smilodon* yavrularının sağlam iskeletlerini ise Long ve arkadaşları betimlediler (*PLoS ONE*, 2017, 12[9]: e0183175).

Bu kitabı okuması kolay bir uzunluğa indirmenin bende yarattığı en büyük pişmanlıklardan biri, ulu kurtlara daha fazla ilgi gösterememiş olmaktır; *Game of Thrones* dizisinin ün kazandırdığı ikonik, canavarımsı fosil köpekler. Evet, gerçek olduklarına sizi temin ederim. Bu bölümde onları kısaca anıyorum: La Brea'da kılıçdişli kaplanların muadilleri olarak. Aslında, Los Angeles katran çukurlarında bunların kemik sayısı *Smilodon* kemiklerini aşar. Ulu kurtlar, ilk başarılı takip yırtıcıları arasındaydı. Geçen bölümde değindiğimiz bir konudur, ayrıca Sekizinci Bölüm'de atıfta bulunduğumuz, Blaire van Valkenburgh ile Borja Figueirido'nun makalelerinde de işlenir. Ben bu bölümü kaleme alırken, ulu kurtların genetik yapısı üstüne çarpıcı bir araştırma yayımlandı: Meğer bugünün Kuzey Amerika gri kurtlarının ve çakallarının yakın akrabası olmaktan ziyade, ki bunların ataları kıtaya daha yakın tarihte yerleşmiştir, Kuzey Amerika yerlisi kurtların eski bir grubuna aitlermiş (Perri ve arkadaşları, *Nature*, 2021, 591: 87–91).

Wrangel Adası'nın cüce mamutlarını (yok olmuş megafaunanın sonuncusu ve en tuhafı) ve bunların darboğazdan geçmiş acayip genomlarını Nyström ve arkadaşları (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2010, 277: 2331– 37), Rogers ve Slatkin (*PLoS Genetics*, 2017, 13[3]: e1006601) ve Arppe ve arkadaşları betimlediler (*Quaternary Science Reviews*, 2019, 222: 105884).

ONUNCU BÖLÜM: İNSAN MEMELİLER

Bölümün başındaki mamut avı hikâyesi tamamen kurmaca değil. Wisconsin, Kenosha civarındaki iki ayrı mamut iskeleti keşfine dayanıyor: Hebior ve Schaefer mevkilerindeki keşifler. Bu mamut iskeletlerinde taş aletlerden çıkan kesik ve çizik izleri var. Bazı aletler kemiklere bitişik bulundu. Bu mevkileri, bunların yaşını ve çevresini, mamut-insan etkileşimine dair kanıtları, Overstreet ve Kolb (*Geoarchaeology*, 2003, 18: 91–114) ile Joyce betimlediler (*Quaternary International*, 2006, 142–143: 44–57).

Leigh van Valen'ın fevkalade yaşamının ve bilimsel işlerinin ayrıntıları, kimi eski öğrencilerinin kaleme aldığı ölüm ilanında özetleniyor. *Evolution* dergisinde yayımlanmıştır: (Liow ve arkadaşları, 2011, doi:10.1111/j.1558-5646.2011.01242.x). Onunla Chicago anılarımdan, Christian Kammerer'le yaptığım sohbetten, *New York Times*'ta (2010'da Douglas Martin kaleme aldı) ve Chicago Üniversitesi'nde yayımlanmış ölüm ilanlarından ilave bilgi derledim.

Van Valen ve Robert Sloan ikilisi 1965 tarihli *Science* makalelerinde *Purgatorius*'u betimleyip isimlendirdi (150: 743–45). Van Valen çok daha sonra yine kendi yayımladığı bir dergide, *Evolutionary Monographs*'ta, bunu (ve başka plesiadapiformları) ayrıntılı inceledi (15: 1–79). *Purgatorius*'u ve öteki plesiadapiformları neden erken dönem primat olarak tespit ettiğini bu ikinci makalede ana hatlarıyla anlatır. Küspislerinin şeklini temel almıştır: 1965 tarihli kısa makalede gerekçesi o denli net değil, en azından (benim gibi) 1960'lardaki diş küspisleri ve sırtları için kullanılan terimleri tanımayanlar için. *Purgatorius* üstüne yine önemli çalışmalar arasında, Bill Clemens'in çene ve diş bileşenleri üstüne makaleleri (*Science*, 1974, 184: 903–5; *Bulletin of Carnegie Museum of Natural History*, 2004, 36: 3–13); bu bölümü yazmaya başladığımda Saskatchewan'dan bilinen en yaşlı numunelere dair Richard Fox ile Craig Scott'ın kaleme aldıkları çalışmalar (*Journal of Paleontology*, 2011, 85: 537–48; *Canadian Journal of Earth Sciences*, 2016, 53: 343–54); Greg Wilson, Stephen Chester, Bill Clemens ve çalışma arkadaşlarının yazdığı, bu bölümü tekrar gözden geçirdiğimde bilinen en yaşlı (yeni) numune haline gelmiş Montana numunesi üstüne araştırma (*Royal Society Open Science*, 2021, 8: 210050); Bill Clemens dahil meslektaşlarıyla birlikte Stephen'ın yayımladığı, hayvanın yetkin bir tırmanıcı olduğunu gösteren, ayak bileklerini tanımlayan makale var (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2015, 112: 1487–92).

Leigh'in harika içgörüsüne göre *Purgatorius* (Kretase sonu yokoluşunun kısa süre ardından yaşadı), bir erken dönem plesiadapiformdu, dolayısıyla erken dönem primattı. Önceki paleontologlar, daha sonrasında yaşamış olan plesiadapiformlar ile primatlar arasındaki bağlantıyı fark etmişti, mesela James

Gidley (*Proceedings of the US National Museum*, 1923, 63: 1–38) ve tekrar tekrar karşımıza çıkan memeli filogenetikçimiz George Gaylord Simpson (*American Museum Novitates*, 1935, 817: 1–28; *United States National Museum Bulletin*, 1937, 169: 1–287; *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 1940, LXXVII: 185–212).

Mary Silcox, plesiadapiformlar ve erken dönem primatlar hakkında birçok çalışma yayımladı. Johns Hopkins Üniversitesi'nde 2001'de tamamladığı doktora, geniş bir filogenetik analiz içeriyordu. Van Valen'in, Gidley'in ve Simpson'ın, plesiadapiformlar primattır diyen eski hipotezlerini doğruladı. Christopher Beard ve Xijun Ni dahil kimi araştırmacıların, bazı plesiadapiformların primatlardan ziyade dermopteralarla ("uçan lemurlar") daha yakın akraba olabileceğini ileri sürdüklerini belirtelim. Mary ve Sergi López-Torres, primatların kökenini ve erken dönem evrimlerini ele aldıkları, 2017'de *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*'ta yayımlanmış usta işi, keyifli bir inceleme yazdılar (45: 113–37). Mary aynı zamanda Gregg Gunnell'la işbirliği yapıp plesiadapiform taksonomisi, anatomisi, evrimi hakkında daha ayrıntılı bir inceleme kaleme aldı. 2008 tarihli *Evolution of Tertiary Mammals of North America: Volume 2* (Cambridge University Press) kitabında bir bölüm olarak yayımlandı, ardından 2017'de bir inceleme makalesi olarak basıldı (*Evolutionary Anthropology*, 26: 74–94). Plesiadapiform ve erken dönem primat beyninin evrimi üstüne çalışmasını 2009'da *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* dergisinde yayımladı (106: 10987–92). Bunun ardından, plesiadapiform beyni üstüne yine önemli bir çalışma geldi; Maeva Orliac ve çalışma arkadaşları yayımlamıştır (*Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2014, 281: 20132792).

Metinde atıfta bulunduğumuz önemli plesiadapiform araştırmaları arasında, *Torrejonia* iskeletinin betimlemeleri var. Bu iskeleti, Tom Williamson ve oğulları Ryan ile Taylor keşfettiler (Chester ve arkadaşları, *Royal Society Open Science*, 2017, 4: 170329); ayrıca Jonathan Bloch ile Doug Boyer'ın Eosen çağından uzun parmaklı ve kavrayıcı başparmaklı *Carpolestes* betimlemesi (*Science*, 2002, 298: 1606–10); Bloch'un (Mary, Doug Boyer ve Eric Sargis'le birlikte) Paleosen plesiadapiform hareketi ve filojenisi üstüne makalesi bulunuyor (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2007, 104: 1159–64). Tüm bu sahici plesiadapiformlar Paleosen yaşında ya da daha genç olduğundan, primatların DNA-tabanlı filogenileri, Kretase'de ortaya çıktıklarını düşündürüyor (örneğin bkz. Springer ve arkadaşları, *PLoS ONE*, 2012, 7[11]: e49521).

Lemurların evrimi, çeşitlenmesi ve yayılımı büyüleyicidir. Gregg Gunnell ve çalışma arkadaşları, Madagaskar'a defalarca geldiklerine ilişkin kanıtlar sundular (*Nature Communications*, 2018, 9: 3193). Ali ve Huber, o zamanın

okyanus sirkülasyonunun işaret ettiği doğu yönlü akıntıların, bunu mümkün kıldığını gösterdi (*Nature*, 2010, 463: 653–56).

Oligosen primat evrimine dair ilginç kaynaklar, Avrupa üstüne (Köhler ve Moyà-Solà, *Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 1999, 96: 14664–67); Asya üstüne (Marivaux ve arkadaşları, *Science*, 2001, 294: 587–91; Marivaux ve arkadaşları, *Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2005, 102: 8436–41; Ni ve arkadaşları, *Science*, 2016, 352: 673–77); Afrika üstüne (Stevens ve arkadaşları, *Nature*, 2013, 497: 611–14); ve Ortadoğu üstüne çalışmaları içeriyor (Zalmout ve arkadaşları, *Nature*, 2010, 466: 360–64). Yeni Dünya maymunları ve kuzeye doğru yayılmamış olmaları meselesini Bloch ve arkadaşları ele alıyor (*Nature*, 2016, 533: 243–46).

Kuyruksuz maymunların ve yakın akrabalarının erken dönem evrimini Williams ve arkadaşları gözden geçirdi (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2010, 107: 4797–4804). Şempanzeler ile insanların ıraksamasını ve bu ıraksamanın karmaşık doğası ile zamanlamasını, Kumar ve arkadaşları (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2005, 102: 18842–47) ile Patterson ve arkadaşları ele aldılar (*Nature*, 2006, 441: 1103–08). Şempanze genomunun dizisi 2005'te tamamen okundu; bizim genomumuza son derece benziyor (Mikkelsen ve arkadaşları, *Nature*, 431: 69–87). Kuyruksuz maymunlar arasında insan tarzı iki ayaklılığın derin kökenleri (en azından ilk titrek başlangıcı), şiddetli bir ihtilaf konusudur. Okurlara Thorpe ve arkadaşları (*Science*, 2007, 316: 1328–31) ile Böhme ve arkadaşlarının (*Nature*, 2019, 575: 489–93) makalelerini işaret ediyorum.

Elinizdeki kitabın konusu insanlar değil! İnsanlar dahil tüm memelileri işliyor. Bize ve insansı soydaşlarımıza yalnızca tek bölüm ayırmamın sebebi bu. Erken dönem insan evrimi hakkında muazzam bir literatür var, dolayısıyla bu bölümü, anlatımı şekillendirmeme yardımcı olmuş kilit kitaplara, makalelere ayıracağım.

Evvela, insanın evrimi konusunda çok yeni ve mükemmel kitaplar mevcut, mesela: Kermit Pattison'ın *Fossil Men*'i (William Morrow, 2020), Tim White ile Berhane Asfaw'ın Etiyopya'daki çalışmalarını sıralıyor; Gadi ile *Ardipithecus* keşfinin öyküsünü bu kitaptan aldım; Meave Leakey'nin *Sediments of Time* kitabı (Houghton Mifflin Harcourt, 2020), büyük Leakey paleoantropoloji hanedanının bir zamanlar varisi, şimdi hanım ağası olan Meave'in otobiyografisidir; Tom Higham'ın *The World Before Us* kitabı (Viking, 2021), insanın ortaya çıkışının ve göçlerinin zamanlamasını, ayrıca DNA kanıtlarını ve kayaç yaşlarını temel alarak bu tür şeyleri nasıl öğrendiğimize dair titiz bir anlatı; paleoantropolojiyi geniş kesimlere tanıtan, Doğa Tarihi Müzesi'nden Chris Stinger'in *The Origin*

of Our Species (Allen Lane, 2011) ve *Lone Survivors* (Melia, 2012) kitapları; Lee Berger ile John Hawkes'ın *Almost Human* kitabı (*National Geographic*, 2017). *Nature* dergisi editörü, usta yazar Henry Gee, *A (Very) Short History of Life on Earth* (St. Martin's Press, 2021) adlı kitabında insanın evrimine dair taze ve eğlenceli bir bakış sunuyor. Kuyruksuz maymunların ve insanların erken dönem evrimi konusunda azıcık daha put kırıcı bir tavır için, Madelaine Böhme'nin *Ancient Bones* (Greystone Books, 2020) kitabına bakınız. *Scientific American*'dan Kate Wong'un yazdığı her şeyi de tavsiye ederim. İnsanın kökeni konusunda önde gelen bir dergi efsanesidir, ayrıca gözde editörlerimden biridir.

Aşağıdaki kısım, metinde geçen erken dönem insansılara, biyolojilerine, evrimlerine ve dünyalarına ilişkin kaynakları sıralıyor

Ardipithecus: Kermit Pattison'ın kitabı (yukarıda atıfta bulunduk), muhteşem bir gazetecilik çalışmasıdır ve *Ardipithecus*'un keşfini ve önemini ayrıntılarıyla açıklıyor. Tim White, Gen Suwa ve Berhane Asfaw, Gadi'nin ilk diş keşiflerini temel alarak *ramidus* türünü ("29 Aralık 1993'te Gada Hamed buldu" diye belirtmişler) 1994'te *Nature*'da isimlendirdiler (371: 306–12). Başta *ramidus* türünü *Australopithecus* cinsine yerleştirdiler, ama ertesi sene yeni *Ardipithecus* cinsine atadılar. *Nature*'da kısa bir takip çalışmasında yayımlandı (375: 88). *Ardipithecus* iskeleti (Gadi'nin bulduğu ilk dişlerin yakınında saptandı, ama farklı bireye aittir), *Science*'ın 2 Ekim 2009'da yayımlanmış özel sayısında betimlendi (sayı 326).

Australopithecus: Lucy iskeletinin keşfi, Donald Johanson'un Lucy serisi kitaplarında şık bir tarzla anlatılır. Bu serinin ilk kitabı 1981'de yayımlandı. Johanson ve Tim White, Lucy iskeletini 1979 tarihli bir *Science* makalesinde bilimsel olarak betimlediler (203: 321–30). Metinde bahsedilen ayak izleri, ünlü Laetoli iz yoludur. 1970'lerin ortasında Mary Leakey keşfetti. *Australopithecus* beynini Philip Gunz ve çalışma arkadaşları 2020'de incelediler (*Science Advances*, 6: eaaz4729). *Australopithecus*, yaşı ve ortaya çıkışı ve ona yakıştırılan türler üstüne yine önemli makaleler arasında şunlar var: Leakey ve arkadaşları (*Nature*, 1995, 376: 565–71; *Nature*, 1998, 393: 62–66), Asfaw ve arkadaşları (*Science*, 1999, 284: 629–35), White ve arkadaşları (*Nature*, 2006, 440: 883–89), Berger ve arkadaşları (*Science*, 2010, 328: 195–204), Haile-Selassie ve arkadaşları (*Nature*, 2015, 521: 483–88; *Nature*, 2019, 573: 214–19).

Homo'dan önceki diğer erken dönem insansılar: Pliyosen'de yan yana var olmuş nice insan türüne dair bir özeti Haile-Selassie ve arkadaşları sunuyor (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2016, 113: 6364–71) ayrıca Fred Spoor'un kaleme aldığı yorum yazısı, yukarıda atıfta bulunduğumuz Haile-Selassie ve arkadaşları (2015) makalesine *Nature*'da eşlik ediyor; iki makale de

faydalı zaman cetvelleri içerir. Hangi insan türünün nerede yaşadığını gösteriyorlar. Bu erken dönem insansıların yaşadığı çevreleri ve ormanların daralması, otlakların genişlemesi meselesini, Cerling ve arkadaşları inceledi (*Nature*, 2011, 476: 51–56). Metinde bahsettiğimiz, sert cisimlerle beslenen insansılar, "gürbüz *australopithecus*'lardır." Bunlar genelde *Paranthropus* cinsine atanır. Meave Leakey ve ekibi, düz suratlı *Kenyanthropus*'u 2001'de betimledi (*Nature*, 410: 433–40). En eski taş aletler bu insansıların civarında bulundu, gerçi başka bir erken dönem insan türünün değil de onların taş ustası olduğunu kanıtlamak güç (Harmand ve arkadaşları, *Nature*, 2015, 521: 310–15). Kemikler üzerindeki en eski alet kesiği izleri azıcık daha eskidir. Bunları McPherron ve arkadaşları betimledi (*Nature*, 2010, 466: 857–860). İnsan kaynaklı kesik izleri ile hayvanların ısırık izlerini ayırt etmenin zor olabileceğini belirteyim. Bu durum, McPherron ve arkadaşları ile başkalarının betimlediği işaretlerin tartışılmasına yol açıyor (örneğin bakınız: Sahle ve arkadaşları, *Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2017, 114: 13164–69). Et yemenin kökenini ve insansılar için nasıl çığır açtığını, Zink ve Liberman berraklıkla açıklıyorlar (*Nature*, 2016, 531: 500–503). Erken dönem insansıların yerleştiği Afrika çevrelerinin çeşitliliğini Mercader ve arkadaşları ele aldı (*Nature Communications*, 2021, 12:3).1

Erken dönem *Homo*: Erken dönem *Homo* evrimini Antón ve arkadaşları incelediler (*Science*, 2014, 345: 6192). Şu an için cinsimiz *Homo*'nun bilinen en yaşlı fosilleri 2,8 milyon yıllıktır, Etiyopya'da bulundular. Bunları Brian Villmoare ve çalışma arkadaşları betimlediler (*Science*, 2015, 347: 1352–55). Fakat, bilinen en yaşlı fosiller, türün kökeninin asıl tarihini olduğundan kısa gösteriyor. Doktora öğrencim Hans Püschel'in yürüttüğü araştırma (insanın evrimi konusunda ünlü bir uzman olan kardeşi Thomas ve doktora sonrası araştırmacım Ornella Bertrand da ekipteydi), istatistik teknikleri kullanarak, *Homo*'nun kuvvetle muhtemel yaklaşık 3,3 milyon yıl önce, belki 4,3 milyon yıl önce ayrıldığını tahmin etti (*Nature Ecology & Evolution*, 2021, 5, 808–19). En erken *Homo*'ların çevrelerinin ana hatlarını Erin DiMaggio ve ekibi (*Science*, 2015, 347: 1355–59), daha sonra da Zeresenay Alemseged ve çalışma arkadaşları özetlediler (*Nature Communications*, 2020, 11: 2480).

Homo erectus: Erken dönem insanların şiddete meyilli doğası, Gomez ve arkadaşlarının ilginç makalesinin konusudur (*Nature*, 2016, 538: 233–37). İnsanları genel hayvan bağlamına oturtmak için filogenetik yöntemlerinden faydalanmışlardır. Bu çalışma, aile ağacının özellikle şiddete yatkın bir kısmından türediğimizi gösteriyor. İnsanların ateş kullanmaya nasıl başladığı hakkında bilgi için, Gowlett'e danışın (*Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B*, 2016, 371: 20150164). *Homo erectus*'un güzel taş aletleri, Aşölyen kültürü aletleridir. *Homo erectus*'ta hareket ve toplumsallık üstüne bilgiyi Hatala

ve arkadaşlarının makalesi içeriyor (*Scientific Reports*, 2016, 6: 28766). *Homo erectus* ile *Australopithecus*'un (ve *Paranthropus*'un da) güney Afrika'da birbirine karışmasına dair kanıtları Herries ve arkadaşları sunuyor (*Science*, 2020, 368: eaaw7293). En yaşlı Asyalı *Homo* fosillerini Zhu ve arkadaşları betimlediler (*Nature*, 2018, 559: 608–12). Pekin İnsanı fosillerinin yaklaşık 750.000 yıllık yaşını Shen ve arkadaşları net olarak ortaya koydu (*Nature*, 2009, 458: 198–200). Filipinler'in en eski *Homo* fosillerini Ingicco ve arkadaşları betimledi (*Nature*, 2018, 557: 233–37); *Homo luzonensis*'i Détroit ve arkadaşları betimledi (*Nature*, 2019, 568: 181–86); *Homo floresiensis*'i Brown ve arkadaşları betimledi (*Nature*, 2004, 431: 1055–61), ayrıca pek çok müteakip makalede betimlendi. Yaşını ise Sutikna ve arkadaşları belirledi (*Nature*, 2016, 532: 366–69). Yaklaşık 700.000 yıl öncesinden itibaren Flores'ten kalma daha eski *floresiensis* benzeri fosilleri van den Bergh ve arkadaşları betimledi (*Nature*, 2016, 534: 245–48). Hem Flores'in hem Luzon'un Güneydoğu Asya anakarasının kıyısından yeterince uzak olmaları, üstelik anakaradan derin sularla ayrı düşmeleri, Buzul Çağı'nda deniz seviyesinin düşük olduğu dönemde bile su üzerinde yolculuk etmelerinin gerekmesi, en sağlam göstergelerdi. Erken dönem *Homo*'nun su taşıtı inşa etmiş olması bana makul gelse de, fırtınalardan sonra bitki şilteleri üzerinde edilgen bir şekilde sal yolculuğu yapmış olmaları da olasıdır, tıpkı Atlas Okyanusu'nu aşan o Yeni Dünya maymunları gibi.

Güncel kanıtlara dayanarak, *Homo erectus*'un Afrika'dan ayrılan ilk insansıymış gibi göründüğünü belirteyim. Fakat, elimizdeki fosil kaydı zayıf ve yeni keşifler hızla geliyor. Daha eski insansılar Afrika'dan çıkmış, Asya'nın ortalarına uzanmış olabilir. En yeni keşiflerin neyi göstereceğini kim bilebilir?

Homo sapiens: Türümüz *Homo sapiens*'in şu an için bilinen en yaşlı fosilleri Fas'ta bulundu. Bunları Hublin ve arkadaşları betimlediler (*Nature*, 2017, 546: 289–92), yaşlarını ise Richter ve arkadaşları belirledi (*Nature*, 2017, 546: 293–96). *Sapiens* kökeni kavramımız müthiş bir süratle cidden karmaşıklaşıyor. Türümüzün başka *Homo* türlerinden net biçimde ayrıldığına dair eski fikirlerin yerini pan-Afrika şebekesi modeli alıyor. Bu modelde popülasyonlar arasında gen ve özellik değiş tokuşu söz konusudur, nihayetinde de modern tip *sapiens* beden planı sabitlenmiştir. Anlaması güç olabilir; benim için de, çünkü fosillerin genetik çeşitlenmesi değil, anatomik özellikleri bağlamında düşünmeye alışkınım. Daha fazla bilgi için, Eleanor Scerri ve çalışma arkadaşlarının denemelerine (*Trends in Ecology & Evolution*, 2018, 33: 582–94; *Nature Ecology & Evolution*, 2019, 3: 1370–72), Chris Stringer'ın denemesine (*Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B*, 2016, 371: 20150237), Chris Stringer ile Julia Galway-Witham'ın birinci yazarlığı sırayla üstlendikleri iki denemeye danışın (*Nature*, 2017, 546: 212–14; *Science*, 2018, 360: 1296–98); Galway-Witham, Stringer ve James Cole,

son bir milyon yılda *Homo* evrimine dair harika bir inceleme kaleme aldılar (*Journal of Quaternary Science*, 2019, 34: 355–78), ayrıca ben bu bölümü kaleme alırken modern insanın kökenine dair bir inceleme yayımlandı (Bergström ve arkadaşları, 2021, *Nature* 590: 229–37).

Erken dönem *Homo sapiens* ve yakın *Homo* akrabaları, Afrika ve Akdeniz bölgesi etrafında geniş kesimlere göç ettiler (Ortadoğu, Kafkaslar, Avrupa'nın kimi kısımları). Timmermann ve Friedrich, iklimin nasıl bu göçlerin itici gücü olabileceğini irdeledi (*Nature*, 2016, 538: 92–95). Bildirilen en yaşlı Avrupalı *Homo sapiens* fosillerini (Yunanistan'dan), Katerina Harvati ve çalışma arkadaşları betimlediler (*Nature*, 2019, 571: 500–504). Her zamanki gibi, meslektaşım Huw Groucutt'ın bana hatırlattığı üzere bu fosillerin önemi, tarihlendirmeye indirgeniyor. Bu Yunan fosili için oldukça eski tarihler (yaklaşık 210.000 yıl), başka keşiflerle doğrulanmalıdır. Fakat, yaklaşık 120.000 yıl ila 100.000 yıl önce bazı *Homo sapiens*'lerin Afrika'dan ayrıldığı şüphesiz. Erken dönem Avrupalı *Homo sapiens*'ler ve yaklaşık aynı dönemde göç eden yakın *Homo* akrabaları hakkında yine önemli makaleler arasında şunlar var: Grun ve arkadaşları (*Nature*, 2020, 580: 372–75), Hublin ve arkadaşları (*Nature*, 2020, 581: 299–302). Neandertaller, Denisovalılar ve *Homo sapiens*, ortak *Homo* atadan ıraksadılar. Kuvvetle muhtemel yaklaşık 550.000 ila 765.000 yıl önce (bkz. Prüfer ve arkadaşları, *Nature*, 2014, 505: 43–49; Meyer ve arkadaşları, *Nature*, 2016, 531: 504–7). Bu atalar, *Homo antecessor* ya da *Homo heidelbergensis* gibi bir tür ya da çok yakın bir akraba olabilir; yakınlarda, aile ağacı kurmak için *Homo antecessor*'dan, *Homo erectus*'tan, *Homo sapiens*'ten, Neandertallerden, Denisovalılardan elde edilen proteinler karşılaştırıldı (Welker ve arkadaşları, *Nature*, 2020, 580: 235–38). Aile ağacımızın bu kısmı son derece dolambaçlıdır. Çeşitli *Homo* türlerinin hareket ettiği, etkileşim kurduğu net.

Homo sapiens'in küre şekilli iri beyni, öyle görünüyor ki türümüzün tipik özelliği olan beden planının kilit parçası olmakla kalmadı, muhtemelen alet yapmamıza ve bilişimizdeki ilerlemeye de yardımcı oldu. *Homo sapiens*'te beyin evrimini Simon Neubauer ve çalışma arkadaşları ayrıntılarıyla anlattılar (*Science Advances*, 2018, 4: eaoo5961). İnsan bilişinin evrimi üstüne bilgiler, ünlü antropolog Richard Klein'ın bir denemesinden (*Evolutionary Anthropology*, 2000, 28: 179–88) ve McBrearty ile Brooks'un bir inceleme makalesinden alındı (*Journal of Human Evolution*, 2000, 39: 453–563). Paleoantropolog meslektaşlarım Huw Groucutt, Bob Patalano ve Eleanor Scerri, bana, ani "biliş devrimine" ilişkin bir zamanların rağbet gören (ve ekseriyetle Avrupa arkeoloji kayıtlarını temel alan) fikirlerinin artık köhnediğini açıkladılar, bunun yerine Afrika kayıtlarının gösterdiği üzere erken dönem *Homo sapiens*'in farklı grupları, on binlerce yıllık zaman zarfında teknolojide ve beyin gücünde mozaik bir tarzla ilerlemeler

kaydetti ve *sapiens* popülasyonları genişleyip, göç edip, birbirine karıştıkça bu ilerlemeler bir araya geldi. Simgesel ve teknolojik ilerlemelere dair Afrika kayıtlarının Kenya'da bulunmuş başlıca örneklerinden birini Shipton ve arkadaşları sundular (*Nature Communications*, 2018, 9: 1832).

Homo sapiens'in Bering Kara Köprüsü'nü aştıktan sonra Kuzey ve Güney Amerika'ya ne zaman ve nasıl yerleştiğine ilgi duyanlar için, Michael Walter'ın yakın tarihli inceleme makalesi, mükemmel bir metindir (*Science*, 2019, 365: eeat5447). Geleneksel olarak, *sapiens*'in kara köprüsünü geçtiği dönem yaklaşık 15.000 yıl öncesi sayılırdı. Fakat Amerika kıtasında daha eski insanlara dair birtakım afallatıcı kanıtlara rastlandı; hem fosil hem eşya bazında. İnsanların gelişini daha eski bir tarihe, 20.000 ila 30.000 yıl öncesine gerileten başlıca iki aday, 2020'de yayımlandı (Ardelean ve arkadaşları, *Nature*, 584: 87–92; Becerra-Valdivia ve Higham, *Nature*, 584: 93–97). Bu faal tartışmanın, acaba insanlar megafauna memelilerinin yokoluşuna sebep oldu mu meselesi bakımından önemli içerimleri bulunuyor; özellikle de tartışma, insan göçünün ve yerleşiminin zamanına indirgendiği ölçüde (aşağıya bakınız). İnsanların Avustralya'ya ilk geliş zamanı üstüne (belki 65.000 yıl önce) en yeni makalelerden biri, Clarkson ve arkadaşlarının bir araştırmasıdır (*Nature*, 2017, 547: 306–10). *Homo sapiens*'in Asya'ya göçlerine dair bir incelemeyi (50.000 ila 60.000 yıl önce büyük "Afrika'dan çıkış" dalgası öncesindeki yolculuklara dair kanıtlar dahil) Bae ve arkadaşları kaleme aldılar (*Science*, 2017, 358: eaai9067).

Neandertaller: Ben bu satırları kaleme alırken, Rebecca Wright Sykes, Neandertallerle ilgili harika bir kitap yayımladı: *Kindred* [Türkçede: *Neandertal*, Kolektif Kitap] (Bloomsbury, 2020). Birbirimizden çocuk yaptığımız bu yakın *Homo* kuzeni hakkında bilmeniz gereken her şeyi içeren bir metindir. Benim metnimde bahsedilen ayrıntılarla ilişkili başka kaynaklar, şu konularla ilgili makalelerdir: Neandertallerin kökeni (Arsuaga ve arkadaşları, *Science*, 2014, 344: 1358– 63), mağara yapıtları (Jaubert ve arkadaşları, *Nature*, 2016, 534: 111–14), mağara sanatları ve pigment kullanımı (Roebroeks ve arkadaşları, *Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2012, 109: 1889–1984; Hoffmann ve arkadaşları, *Science*, 2018, 359: 912–15; Hoffmann ve arkadaşları, *Science Advances*, 2018, 4: eaar5255).

Denisovalılar: *Sapiens*'e çok yakın olan bu akrabaların varlığını David Reich, Svante Pääbo ve çalışma arkadaşları 2010'da saptadı (*Nature*, 468: 1053– 60). Eski *Homo* popülasyonlarının genetiği ve bu bilgiyi fosillerden ve arkeolojik malzemelerden çıkarma konularında önde gelen uzmanlardan Reich, 2018'de bu konu hakkında bir kitap yazdı (*Who We Are and How We Got Here*, Pantheon). Denisovalı-Neandertal melezi Denny'yi 2018'de Viviane Slon, Pääbo ve ekipleri betimlediler (*Nature*, 561: 113–16). Denisova Mağarası numunelerinin yaşını

Douka ve arkadaşları açıkladılar (*Nature*, 2019, 565: 640– 44). Denisovalı DNA'sı, popülasyon yapıları, bunların genlerinin günümüzde Asyalı *Homo sapiens* popülasyonlarında varlığını nasıl devam ettirdiği konusunda makaleler arasında şu çalışmalar var: Meyer ve arkadaşları (*Science*, 2012, 338: 222–26), Huerta-Sánchez ve arkadaşları (*Nature*, 2014, 512: 194–97), Malaspinas ve arkadaşları (*Nature*, 2016, 538: 207–14), Chen ve arkadaşları (*Nature*, 2019, 569: 409–12), Massilani ve arkadaşları (*Science*, 2020, 370: 579– 83), Zhang ve arkadaşları (*Science*, 2020, 370: 584–87).

Modern *Homo sapiens*'in genetiği üstüne ve Neandertal-Denisovalı DNA'sının genomumuzda varlığını nasıl sürdürdüğü üstüne çığır açan makaleleri Simons Genom Çeşitliliği Projesi (Mallick ve arkadaşları, *Nature*, 538: 201–6) ve Pagani ve arkadaşları (*Nature*, 2016, 538: 238–42) 2016'da yayımladılar. İnsan göçlerini, zamanla melezleşmelerini, eski DNA analizi vasıtasıyla bunların izinin nasıl sürülebileceği üstüne kolay okunur bir inceleme makalesi için, Rasmus Nielsen ve çalışma arkadaşlarının *Nature*'da yayımlanmış denemesine bakınız (2017, 541: 302–10). *Homo sapiens*'in rahat okunur ve düşünmeye sevk eden geniş bir tarihçesi olarak, Yuval Noah Harari'nin *Sapiens* kitabından keyif aldım (Vintage, 2015), gerçi erken dönem insan arkeolojisine dair tartışmaların doğruluğuna ve güncelliğine kefil olamam. Söz konusu kitabı, bu bölümde kaynak metin olarak kullanmadım.

Ross MacPhee, *End of the Megafauna* (W.W. Norton & Company, 2019) adlı kitabında megafaunanın yokoluşunu uzmanlıkla, maharetle işliyor. Konuyla ilgili en önemli kaynakların hepsine atıfta bulunuyor. Şu makaleler, konu hakkında mükemmel ve rahat okunur inceleme metinleridir: Anthony Barnosky ve çalışma arkadaşları (*Science*, 2004, 306: 70–75), Paul Koch ve Barnosky (*Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 2006, 37: 215–50).

Paul Martin, yıldırım harekâtı fikrini 1973 tarihli bir *Science* makalesinde sundu (179: 969–74) ve popüler kitabı *Twilight of the Mammoths*'ta ete kemiğe büründürdü (University of California Press, 2005). Bazı paleontologlar ve çevrebilimciler karşı koydu, yokoluşların sebebi olarak iklim değişikliğini hedef tahtasına oturttular. Stephen Wroe ve çalışma arkadaşlarının 2013 tarihli bir denemesinde bu fikir gayet güzel dile getiriliyor (Sekizinci Bölüm'den tanıdığımız eski dostumuz Michael Archer'ı da içeriyor). *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* dergisinde yayımlandı (110: 8777–81). Ben bu bölümü yazdıktan sonra yayımlanmış bir makalede de bu görüş anlatılıyor (Stewart ve arkadaşları, *Nature Communications*, 2021, 12: 965). Konuyla ilgili dengeli ve eleştirel bir inceleme için, David Meltzer'in denemesine bakınız (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2020, 117: 28555–63).

Küresel bir bakış açısıyla yapılmış en yeni araştırmalar, yokoluşlarda insanların başlıca neden olduğuna dair güçlü kanıtlar sunuyor. Bazı vakalarda, son buzul evre-arabuzul evre geçişindeki iklim değişiklikleri, yokoluşları şiddetlendirmiştir (Sandom ve arkadaşları, *Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2014, 281: 20133254; Bartlett ve arkadaşları, *Ecography*, 2016, 39: 152–61; Araujo ve arkadaşları, *Quaternary International*, 2017, 431: 216–22). Belirli kara kütlelerini ele alan daha dar odaklı araştırmalar da insanları, yokoluşlarda başlıca etken olarak saptadı, mesela Avustralya'daki ve bitişik kara parçalarındaki yokoluşlar (Rule ve arkadaşları, *Science*, 2012, 335: 1483–86; Johnson ve arkadaşları, *Proceedings of the Royal Society, Series B*, 2016, 283: 20152399; Saltré ve arkadaşları, *Nature Communications*, 2016, 7: 10511) ile Güney Amerika'daki yokoluşlar (Barnosky ve arkadaşları, *Quaternary International*, 2010, 217: 10–29; Metcalf ve arkadaşları, *Science Advances*, 2016, 2: e1501682; Polis ve arkadaşları, *Science Advances*, 2019, 5: eaau4546). Kuzey yarımküre karalarını kapsayan Holarktik bölgedeki sıcaklık artışlarından itibaren insanların, birtakım hayvanların kökünü nasıl kazıdığına ilişkin sürükleyici bir araştırmayı Cooper ve arkadaşları yayımladılar (*Science*, 2015, 349: 602–6).

Evcilleştirme konusunda, bilim insanı ve usta bilim yazarı Alice Roberts, *Tamed* (Hutchinson, 2017) adlı bir kitap kaleme aldı. Evcilleştirilmiş başlıca on tür sıralıyor, mesela köpekler, sığırlar, atlar ve kilit zirai ekinler. Köpeklerin evcilleştirilmesi hakkında önemli çalışmalar arasında şu makaleler var: Ní Leathlobhair ve arkadaşları (*Science*, 2018, 361: 81–85), Perri ve arkadaşları (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2021, 118: e2010083118). Bugün tüm dünyada evcilleştirilmiş memeli biyokütlesinin yüzdesi için atıfta bulunduğum sayıları, Bar-On ve arkadaşlarının makalesinden aldım (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2018, 115: 6506–11).

Mamut klonlama konusu hakkında, Beth Shapiro'nun kitabı *How to Clone a Mammoth*'u (Princeton University Press, 2015) ve Helen Pilcher'ın kitabı *Bring Back the King*'i (Bloomsbury, 2016), Ross MacPhee'nin kitabındaki (yukarıda atıfta bulunduk) klonlama faslının yanı sıra tavsiye ediyorum.

SONSÖZ: GELECEĞİN MEMELİLERİ

Aşağı yukarı son 125.000 yıldaki memeli yokoluşlarına ve gelecekte olacağı tahmin edilen yokoluşlara dair sayılar, Tobias Andermann ile çalışma arkadaşlarının bir araştırmasından alındı (*Science Advances*, 2020, 6: eabb2313). Temel ve güncel memeli yokoluşu hızı, Gerardo Ceballos ile ekibinin bir araştırmasından geliyor (*Science Advances*, 2015, 1: e1400253). Şu an soyu tehdit altında olan tüm

memeliler yok olursa, 125.000 yıl önceki çeşitliliğin yarısının ortadan kalkacağına dair tahmin, Felisa Smith ile çalışma arkadaşlarının bir araştırmasından alındı (*Science*, 2018, 360: 310–13). Bu araştırma aynı zamanda, memeli yokoluşlarındaki beden ebadı eğilimlerini inceliyor, gelecekte memeli topluluklarının daha da homojen hale geleceği, tür yelpazesinin kemirgenlerle dolup taşacağı, gelecekte en iri memelinin sığırlar olabileceği tahminini yapıyor. Yokoluşlar kesilecek olsa, memelilerin toparlanma hızını Davis ve arkadaşları ele alıyor (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2018, 115: 11262–67), ayrıca geleceğin memeli topluluklarının nasıl görüneceğine dair tahminleri (ipucu: kemirgenler gibi ufak tefek, hızlı yaşayan, böcek yiyen genelciler ağır basacak) Cooke ve arkadaşları anlatıyor (*Nature Communications*, 2019, 10: 2279). İklim değişikliğiyle birlikte memeli göçü şablonları, Silvia Pineda-Munoz ve ekibinin makalesinde ayrıntılarıyla işleniyor (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2021, 118(2): e1922859118).

İnsan etkinliklerinin memeli topluluklarını ve ekosistemleri nasıl etkilediği konusunda yine faydalı ve ilginç araştırmalar, şu makalelerdir: Faurby ve Svenning (*Diversity and Distributions*, 2015, 21: 1155–66), Boivin ve arkadaşları (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2016, 113: 6388–96), Lyons ve arkadaşları (*Nature*, 2016, 529: 80–83), Smith ve arkadaşları (*Quaternary Science Reviews*, 2019, 211: 1–16), Tóth ve arkadaşları (*Science*, 2019, 365: 1305–08), Enquist ve arkadaşları (*Nature Communications*, 2020, 11: 699).

İklim ve sıcaklık değişimi, insanların bu değişime nasıl sebep olduğu üstüne devasa bir literatür var. Genel olarak, ilgili okurları, Birleşmiş Milletler Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin raporlarına yönlendiriyorum. Şu internet sitesinden ulaşabilirsiniz: https://www.ipcc.ch/. Önümüzdeki birkaç yüzyıl için sıcaklık artışı tahminleri ve Pliyosen ile Eosen iklimleriyle karşılaştırmalar, Burke ve arkadaşları (*Proceedings of the National Academy of Sciences [USA]*, 2018, 115: 13288–93) ile Westerhold ile arkadaşlarının (*Science*, 2020, 369: 1383–87) makalelerinden alındı.

Altıncı Yokoluş, Elizabeth Kolbert'in Pulitzer Ödüllü, aynı başlıklı *The Sixth Extinction* [Türkçede: *Altıncı Yok Oluş*, Okuyanus Yayınları] kitabının (Henry Holt and Company, 2014), ayrıca Anthony Barnosky ile çalışma arkadaşlarının mükemmel inceleme makalesinin konusudur (*Nature*, 2011, 471: 51–57). Peter Brannen, *The Ends of the World* (Ecco, 2017) adlı kitabında bu konuyu anlattı. Çöken elektrik şebekesi benzetmesini bu kitaptan aldım. Anlatımda *Antroposen* terimini kullanmadığımı fark etmiş olabilirsiniz. Biçime göndermede bulunan bu isim, insanların gezegene belirgin derecede etkide bulunduğu jeolojik dönem altbölümü olarak teklif edildi. Fakat, her şey sona erdiğinde, insan faaliyetlerinin kayıtlarda kallavi iz bırakacağını sanmıyorum. Bu fikre beni temelli ikna eden,

Brannen'in *Atlantic*'te basılan makalelerinden biriydi: "Antroposen'in Kibri" başlıklı olanı (2019).

Son olarak, doğrusunu söylemek gerekirse, Chicago Bears (Ayıları) takımına neden bu ismin verildiğini biliyorum. Pek çok eski profesyonel Amerikan futbolu takımı, aynı şehrin beyzbol takımının adını aldı, dolayısıyla Bears ismi, Chicago Cubs (Ayı Yavrusu) takımının adına bir göndermedir. South Side'da okula gitmiş ve uzun bir güney banliyö ailesi soyuna mensup bir White Sox taraftarı olarak, bu durum içimde yaradır. Yıllar boyunca, Cubs yine Lig Şampiyonluğu'nu kazanana kadar insan türünün yok olup gideceğini sanıyordum, ama, gelin görün ki 2016'da kupayı aldılar.

TEŞEKKÜR

Salgın yüzünden eve kapandığımız yılda, tüm öğretim, laboratuvar idaresi ve öğrenci gözetmenliği işlerini çevrimiçine kaydırmak zorunda kalmışken, evde bir bebekle bu kitabı yazmak, meslek yaşamımda yaptığım en zor iş oldu. En yürekten teşekkürlerimi eşim Anne'e sunuyorum. Her gün işe ayırabileceğim zamanı yaratmamı sağladı. Bizler ebeveynliğin yarattığı zincirleri ilk elden öğrenir, çalışma ve aile stresiyle başa çıkarken, üstelik memleketim Illinois'daki anne babamdan, kardeşlerimden, geniş ailemden ayrı olduğum için moralim bozukken sevgisini, duygusal desteğini hiç eksik etmedi. Böyle destekleyici bir eş bulduğum için ve gerçek bir annelik izni kullanabildiği bir ülkede yaşadığımız için şanslıyım; gerçi salgın sırasındaki annelik izni, onun kafasındaki idealden uzaktı.

Anthony'ye babalık yaptığım anlar için de minnettarım. Bana yazma ilhamı vermekle kalmadı, umut ve iyimserlik aşıladı, memeli olmanın anlamına dair inanılmaz bir içgörü kazandırdı: Emzirme, sütten kesilme, diş çıkarma vesaire. Covid'in ilk korkunç aylarının ardından, (ilk) katı salgın karantinası sona erdiğinde, Anne'in anne babası Pete ve Mary, çocuk bakımında bize yardımcı oldular. Daha sonra Anne'in kızkardeşi Sarah da yardım elini uzattı. Onlar olmasa bu kitabı yazmayı bitiremez ya da akıl sağlığımı koruyamazdım. Doktora sonrası araştırmacılarıma, öğrencilerime, çalışma arkadaşlarıma gelince: Bir yandan kitap yazar, çocuk büyütür, eşime sevgimi gösterir, memleketteki aileme her gün Facebook'tan destek olurken, diğer yandan danışmanlık görüşmelerine, laboratuvar toplantılarına ve öğretim işlerine istediğimiz kadar zaman ayıramayışımı anlayışla karşıladığınız için teşekkür ederim. Son olarak, Britanya Kamu Sağlığı Hizmetleri'ne, sağlık çalışanlarına, aşı geliştiren bilim insanlarına, salgın sırasında bizi güvende tutan, bize rehberlik eden insanlara: TEŞEKKÜRLER!

Dinozorlar konusunda eğitim aldım, derken memelilere ilgi duyar oldum. Bunun hemen hemen tek sebebi, arkadaşım ve New Mexico'daki çalışma arkadaşım Tom Williamson'dır. Ben henüz doktora öğrencisiyken, beni o yola sokmaya başladı. Tom'la birlikte memeliler konusunda harika akıl hocalarım oldu: John Wible, Zhe-Xi Luo, Meng Jin, John Flynn, Michelle Spaulding, Ross Secord. Daha sonra öğrencilere danışmanlık yapma fırsatı yakaladım. Onlardan çok şey öğrendim. Sarah Shelley riske girip Edinburgh'da açtığım laboratuvara

katılan ilk kişi oldu. Doktorasını henüz bitirmiş birinin yanında, memelileri çalışmaya yeni yeni başlamış biriyle birlikte memeliler üstüne doktora yapması çılgıncaydı. Şimdi laboratuvarımda memeli geçmişinin çeşitli veçhelerini araştıran, farklı farklı ülkelerden gelmiş, çeşit çeşit harika öğrenci ve doktora sonrası araştırmacıları var. Memeliler hakkında benden çok daha bilgililer. Yeni fikirlerle, içgörülerle bana ilham veriyorlar, ayrıca bu kitabın bütün taslağını okudular (Sarah'yla, Tom'la, John Wible'la birlikte), hatalara işaret ettiler, kitabı iyileştirmem yolunda tavsiyeler verdiler, aptallık ettiğimde bana bildirdiler, nazik sözlerle beni motive ettiler. Sizlere teşekkür ediyorum: Ornella Bertrand, Greg Funston, Paige dePolo, Sofia Holpin, Zoi Kynigopoulou, Hans Püschel.

Memeliler haricindeki başka şeyleri araştıran birçok müthiş öğrencim oldu. Her zaman tetikte olmamı sağladıkları, Edinburgh'daki şefkat dolu ortamımıza katkıda bulundukları için onlara teşekkür ediyorum; özellikle doktora öğrencilerimi anayım: Davide Foffa, Natalia Jagielska, Michela Johnson, Julia Schwab. Edinburgh'daki çalışma arkadaşlarım daima destek oldular. Fakültedeki akıl hocam ve en yakın çalışma arkadaşım Rachel Wood'u; patronlarım Peter Mathieson, Simon Kelley, Bryne Ngwenya ve Mark Chapman'ı; paleontolog meslektaşlarım Dick Kroon, Sean McMahon, Sandy Hetherington, Tom Challands ve Mark Young'ı burada takdirle anıyorum.

Pek çok meslektaşım sorularıma yanıt verdi, bilgi aktardı, Zoom görüşmelerini kabul etti, metinden pasajlar okudu: Mike Archer, Robin Beck, Eliza Calder, Stephen Chester, Dave Grossnickle, Huw Groucutt, Tom Holland, Adam Huttenlocker, Joe Jakupcak, Christian Kammerer, Adrienne Mayor, Robert Patalano, Michael Petraglia, Eleanor Scerri, Mary Silcox, Isla Simmons, Anne Weil ve dahası. 2020'de ve 2021'de verdiğim üçüncü sınıf Paleoantoloji ve Sedimentoloji dersinin öğrencilerine teşekkür ederim. Dersin bir parçası olarak balinalarla ilgili bölümün taslaklarını okuyup fikirlerini bildirdiler. Fakat, elbette hata kalmışsa benim sorumluluğumdur. Pek çok Twitter (X) arkadaşıma da teşekkür ederim. Bu kitapta işlemem gereken şeylerle ilgili tavsiyeler verdiler. Herkesin istediği her şeyi dahil edememiş olsam da, elimden gelenin en iyisini yaptım!

Memeliler hakkındaki bilimsel araştırmam, en azından başlarda, çok kısıtlıydı. Beni memeli topluluğunda hoş karşılayan, projelerde öğrencilerimle ve benimle işbirliği yapan, veri paylaşan, müşterek saha çalışmalarına katılan herkese teşekkür ederim. Kesinlikle bazı insanları unutacak olsam da, yukarıda andıklarıma ilaveten şu isimlere özellikle teşekkür ediyorum: Sophia Anderson, Joe Cameron, Stephen Chester, Ian Corfe, Zoltán Csiki-Sava, Nick Fraser, Luke Holbrook, Marina Jimenez, Tyler Lyson, James Napoli, Mike Novacek, Elsa Panciroli, Dan Peppe, Ken Rose, Helena Scullion, Thierry Smith, Calin Suteu,

Radu Totoianu, Carl van Gent, Stig Walsh, Greg Wilson Mantilla ve dahası. Bu meslektaşlarımın birçoğu (ve başkaları), görseller bulmama da nezaketle yardımcı oldu.

Ben bu kitabın taslağını hazırlarken ve kitabı yazarken bu dünyadan göçmüş olan üç kişiye gönülden teşekkür ediyorum, ruhları şad olsun: Romanya'dan sevgili arkadaşım Mátyás Vremir (*Litovoi*'nin kâşifi, ve ne tür bir duruma düşersek düşelim, sahada yanımdayken her zaman güvenebileceğim kişi), dinozor arkadaşım Çinli Junchang Lü (Liaoning'deki gizemli memeliyi bana o gösterdi), Kretase ve Paleosen memelileri konusundaki müthiş uzman Bill Clemens (bana ve başka genç akademisyenlere her zaman çok kibar davrandı).

Kitabın kapağında benim adım yazıyor, ama, bu bir ekip çalışmasıydı. Bilim yayıncılığı işinde en iyi ekibin bende olduğuna eminim. Temsilcim Jane von Mehren, bu kitabın hayata geçmesini mümkün kıldı ve ondan önce de dinozorlarla ilgili kitabım, elinizdeki kitabı mümkün kıldı. Mehren beni her zaman şaşırtır. Aevitas'taki çalışma arkadaşları yardımlarını esirgemediler: Esmond Harmsworth, Chelsey Heller, Shenel Ekici-Moling, Erin Files, Nan Thornton, Allison Warren. En akıllı, teşvik edici ve becerikli editör benim yanımda: Peter Hubbard, dinozorlarda ve ardından memelilerde bir öykü olduğunu gördü. Her zaman şevklendirici bir söz söylemeyi bilir, en berbat eğilimlerimi törpüler. Britanyalı editörüm Ravi Mirchandani keza muhteşemdir. Yayıncılık piyasasında bana destek veren pek çok kişi olduğu için şanslıyım: en önemlileri, Maureen Cole, Molly Gendell ve Kell Wilson'dır. Todd Marshall ile Sarah Shelley'ye son derece müteşekkirim. Yüksek kalibreli bu iki çizerin görselleri, kitabın nesrine epey canlılık katıyor; nihayetinde, mamutun ya da kılıçdişlinin görkemini tek başına sözcükler aktaramaz. Yaratıcı enerjimin devam etmesini sağladıkları için şu isimlere de teşekkür ediyorum: Colin Trevorrow, Kev Jenkins, Marc Gordon, Sandy Jarrell, Carrie-Rose Menocal, Erin Derham, Cathy Veisel, Mark Mannucci, Jon Halperin, Phillip Watson. Son olarak, sözcüklerimi yabancı okurlara taşıyan editörlere, çevirmenlere teşekkür ediyorum, özellikle Sylvain Collette'e, Thür-Bédert Prisca'ya, May Yang'e, Lucas Giossi'ye ve Elisa Montanucci'ye.

İyisiyle kötüsüyle yazma yeteneğim iki yerde şekillendi. Birincisi, memleketim Illinois, Ottawa'daki *Times* gazetesinin haber odasıdır. Ergenliğimde ve üniversite öğrenciliğim sırasında yazları ve tatillerde burada çalıştım. Belirli bir süre kısıtlaması içinde çeşit çeşit konuda yazmak, bana hızlı düşünmeyi ve tonla bilgi içinde yollar açıp doğru iplikleri çözmeyi öğretti. Muhtemelen öğrendiğim en kullanışlı vasıftır. Böyle bir vasfım olmasa, karantina sırasında bilhassa bu kitabı yazmak imkansız olurdu. Lonny Cain, Mike Murphy, Dave Wischnowsky: Gelmiş geçmiş en iyi yazı öğretmenlerim oldunuz. Yazma yeteneğimi borçlu olduğum ikinci odak, fosil meraklısı olduğum ergenlik yıllarımda pek çok

(haddinden çok) makale gönderdiğim amatör paleontoloji internet siteleri ve dergileridir. O yaşta benimle uğraşmakla kalmayıp yorumlarını esirgemeyen, karalamalarım için platform sağlayan Fred Bervoets'e, Lynne Clos'a, Allen Debus'ya, Mike Fredericks'e teşekkürler.

Araştırmalarımın maliyetini karşılamış olan kurumlara teşekkür etmeliyim: Avrupa Araştırma Konseyi, Ulusal Bilim Vakfı, ABD Toprak İdaresi Ofisi, Leverhulme Vakfı, National Geographic, Blavatnik Aile Vakfı ve Royal Society. Saha araştırmalarımı ve laboratuvar araştırmalarımı mümkün kılan mali destekleriniz için teşekkür ederim.... bu kurumlara para veren, böylece benim gibi, öğrencilerim gibi talihli bilim insanlarını finanse etmelerini sağlayan, paranın asıl sahibi olan vergi mükelleflerine ve hayırseverlere de teşekkürler.

Illinois'daki aileme gelince, bu kitabı yazarken sizi uzun süre görmemiş olsam da, sizi feci özledim. Yıllar içinde verdiğiniz destekten ötürü teşekkür ediyorum. Annem babam Jim ve Roxanne; erkek kardeşlerim Mike ve Chris; Mike'ın eşi Stephenie ve aileleri: Lola, Luca, Giorgi. Okyanus ötesindeki en iyi dostlarıma, özellikle Bay Jakupcak'a teşekkür ederim. Tüm bunları harekete geçiren öğretmen oydu.

Son olarak, dinozorlar kitabımın teşekkür kısmında bahsettiğim üzere, adı bilinmeyen kahramanlara dev bir teşekkürü borç bilirim. Onların adı çoğunlukla anılmaz, ama onlar olmasa, bizim alanımız yok olurdu. Aralarında fosil hazırlayıcıları, saha teknisyenleri, lisans öğrencisi yardımcılar, üniversite sekreterleri ve yöneticileri, müze ziyaretçileri, üniversitelere bağış yapan hamiler, bilim gazetecileri ve köşe yazarları, çizerler ve fotoğrafçılar, gazete editörleri ve dergi hakemleri, iyi iş çıkarıp fosilleri müzelere bağışlayan amatör koleksiyoncular, kamu arazilerini idare edip bize izin veren insanlar (özellikle Toprak İdaresi Ofisi'ndeki, İskoç Ulusal Mirası'ndaki, İskoç hükümetindeki arkadaşlarım), bilimi destekleyen (ve desteklemeyenlere karşı çıkan) siyasetçiler ve federal kurumlar, her seviyede tüm fen öğretmenleri ve daha fazlası.

Dizin

A
Adalatherium 135
Adams, John 267, 268, 270
afet türleri 55, 149, 151
Afrika fare geyiği 226
Afrika filleri 282
Afrikalı köleler 266
Afrika savanası 43, 164, 243, 319
Afrotherialar 175, 176, 196, 205, 206-208, 218, 229, 327, 360, 361, 366, 367
Agilodocodon 86, 87
agnostik 38
Agusti, Jordan 380
Ailuravus 170, 172
akciğerler 62, 63, 161, 212, 239, 240, 242, 279, 284
Alamosaurus 143
Albert, Prens 37
Alemseged, Zeresenay 388
Allin, Edgar 347
Alroy, John 359
altçene 79, 132, 222
Altıncı Yokoluş 329, 394
altın rengi köstebekler 87, 175, 205, 206, 361
Alvarez, Luis ve Walter 355
Ambolestes 353
Ambondro 133, 354
Ambulocetus 225, 227-229, 370, 371
Ameghino kardeşler 189, 194, 365
Amerikan aslanı 268, 270
Amerikan Devrimi 127, 266
Amerikan Doğa Tarihi Müzesi 41, 85, 114, 173, 185, 214, 259, 349, 366
Amerikan Felsefe Derneği 267
Amerikan filleri 267
Amerikan İç Savaşı 266
Amerikan Savanası 236, 244, 250-254, 258, 263, 283, 290, 311
Amerika Yerlileri 364, 378
Amerikan Yozlaşması 267, 378
amniyonlular 25, 30, 49, 332
Amphicyon 251, 252
Amphitherium 79
anchitheriine 253
Andermann, Tobis 393
Ando, Konami 371
Andrews, Roy Chapman 107, 113, 349
Angielczyk, Ken 333-335, 337, 338, 340
ankilozorlar 83
Antarktika 56, 113, 127, 132, 191, 205, 218, 233, 244, 245, 254, 259, 272, 273, 302, 315, 339, 365
Anteosaurus 41, 336
Anthwal, Neal 347, 348
Antilohyrax 207
antiloplar 43, 190, 206, 207, 243, 254, 278
Antón, Mauricio 379, 381
Apalaş Dağları 23, 113
Apocalypse Now (film) 254
Araújo, Ricardo 336, 393
Arboroharamiya 87, 346, 348
Archaefructus 351
Archaeoindris 302
Archaeothyris 26-28, 31, 33, 332, 333
Archer, Michael 132, 392
Archer, Mike 254, 256, 261, 376, 377, 398
Archicebus 363
Arctocyon 163

Ardipithecus ramidus 304
Aristoteles 222
Arjantin 133, 188, 189, 354
arkaik plasentalılar 142, 158, 163, 173, 176, 177, 180-182, 192, 223, 247, 361
armadillolar 15, 175, 176, 188, 189, 193, 194, 205, 259, 274, 278, 288, 318, 319
Arroyo Blanco 152
Asher, Robert 360, 366
Arsinoitherium 207, 208
Arthropleura 21
Artiodactyla 170, 175
Asfaltomylos 133, 354
Asfaw, Berhane 303, 304, 386, 387
Asher, Robert 360, 366
Ashfall State Tarih Parkı 240
aslanlar 14, 34, 43, 148, 187, 206, 243, 254, 259, 260, 268, 273, 278, 286, 288, 290, 291, 295, 310, 325-328, 330
atkuyruğu otu 23, 121
Atlas Okyanusu 26, 57, 82, 92, 179, 188, 194, 201, 205, 274, 303, 330, 361, 362, 379, 389
Attenborough, David 13
Ausktribosphenos 132, 133, 354
Australopithecus 308, 309, 310, 312, 387, 388
australosphenidalar 133-135, 351, 353, 354
Avrupa Araştırma Konseyi 177, 361
Avustralya Yerlileri 129, 130, 131, 260, 353
ayılar 73, 128, 143, 159, 161, 193, 194, 222, 251, 275, 277, 281, 286, 327, 330
açıktohumlular 51
aşıkkemiği 224, 370

B
Bahn, Pau 379
Bain, Andrew Geddes 36, 37, 39, 335
Bajpai, Sunil 370, 371
bakteriler 50, 94, 170, 284
Baldwin, David 155, 156, 157, 357
balinalar 87, 146, 161, 176, 182, 201-204, 206, 213, 221-234, 243, 296, 303, 307, 327, 366, 369-373, 398
Baltık Denizi 246
bandikut fareleri 258
Bárbát Irmağı 118
Barnett, Ross 382
Barnosky, Anthony 392-394
Barsbold, Rinchen 109
Barun Goyot Oluşumu 111
Basilosaurus 221, 224, 225, 227, 230, 231, 370-372
bataklık ormanları 20, 22
Bağımsızlık Bildirgesi 267
bağıntılı ilerleme 46, 60
Beagle, HMS 188, 189, 192, 364,
Beard, Chris 363, 366, 385
Beck, Robin 259, 376, 377, 398
Beipiao (şehri) 80, 81, 87
Beipiao Pterozor Müzesi 80
belkemiği 62, 87, 193, 206, 229, 230, 270, 307
Benevento, Gemma 359
Benton, Michael 338, 340, 351
Berger, Lee 387
Bering Boğazı 113, 276
Bering Kara Köprüsü 276, 282, 315, 321, 326, 391
Berta, Annalisa 369
Bertrand, Ornella 162, 163, 177, 186, 358, 398
Betsey (gemi) 90
Bhullar, Bhart-Anjan 342, 352
Bi, Shundong 353
biarmosuchus 52
Big Bone Lick 270, 378
Bighorn Havzası 179-181, 301, 362, 363
biliş devrimi 390
Binion, Ted 356
bireyoluş, soyoluşun tekrarı ve özetidir 100
Black, Karen 261, 376, 377
Blob, Richard 337, 339, 340
Bloch, Jonathan 179, 385, 386
Borealestes 91-93, 346
Borsuk-Białynicka, Magdalena 109
Botha, Jennifer 45, 53, 336-339, 341
Boyce, Kevin 351

Böhme, Madelaine 386, 387
Brannen, Peter 337, 362, 394, 395
Bricker, Lola 200, 201
Bristol Üniversitesi 91, 351
British Museum 57, 58, 339
Brocklehurst, Neil 334
Brontosaurus 14, 15, 28, 31, 59, 79, 155, 204, 246, 279
brontothereler 183, 185, 186, 364
Broom, Robert 39, 40, 46, 335, 338
BT taramaları 54, 67, 70, 92, 98, 119, 162, 163, 278, 298, 300, 336, 339, 343, 363
Buckland, William 78, 79, 81, 82, 85, 90, 344
bufalolar 183, 270
Buffon, Georges-Louis Leclerc, Kont 267, 378
Bulganbaatar 114
bulla 100, 102, 226
Burr, Aaron 268
Butler, Richard 106, 108, 340
buzularası evre 273, 275, 315, 320, 321
Buzul Çağı 274, 276, 278, 279
buğday 120, 245
böcekçil 73, 124, 125, 135, 148, 170, 173, 175, 180, 298, 344, 352, 354
Büyük Amerikan Takası 274, 288
Büyük Dönüşüm 246, 249, 251, 253, 375
Büyük Rift Vadisi 306

C

Cadbury, Deborah 344
Calamites 20, 21, 23, 25, 29
Calder, Eliza 373
Caldwell, William 130, 131
California Üniversitesi 146, 303
Cambridge Üniversitesi 57, 73, 188
Cameron, Joe 358
Cantius 363
CAMP bkz. Orta Atlas Magma Alanı
Cape Town Üniversitesi 73
Carell, Steve 155
Carnegie, Andrew 79, 84
Carnegie Doğa Tarihi Müzesi 84
carnivoralar 170, 185-187, 194, 217, 243
Carpolestes 300, 385
Carrier, David 341
Carrier kısıtlaması 62, 341
caseidler 34, 35
Castorocauda 93, 345
Catopsbaatar 114
caviomorflar 196, 197, 366
Ceballos, Gerardo 393
Cehennem Deresi Oluşumu 116, 146, 148, 149, 356
cehennem domuzları 251-253, 258
ceylanlar 13, 62, 226, 310
chalicotereler 16, 183, 185, 187, 190, 364
Challands, Tom 346
Chapple, Amos 380
Charassognathus 52
Che Guevara 74
Chen, Zhong-Qiang 338
Chester, Stephen 299, 384, 385
Chew, Amy 179, 363
Chicago 271, 272, 273, 296, 298, 326
Chicago Bears 326, 328
Chicago Gölü 294, 296
Chicago Hurda Avı 41
Chicago Üniversitesi 40, 85, 297, 334, 351, 384
Chicxulub Krateri 144, 355
Chinsamy-Turan, Anusuya 44, 45, 336, 337, 339, 341
Chulsanbaatar 114
Cifelli, Richard 133, 342, 346, 350, 352, 354
Cifelliodon 346
Clark, Jennifer 332
Clark, Neil 346
Clark, William 270
Clemens, Bill 146, 147, 356, 384
Close, Roger 345
Clyde, William 362
condylartha 157, 158, 173, 176, 177, 180,

182, 186, 192, 206, 358
Congress Avenue Köprüsü 216
Conniff, Richard 378
Coolahan, Kelsey 358
Cope, Edward Drinker 39, 152, 153, 335
Cormohipparion 241
Cotylocara 232, 372
Cotylorhynchus 35
Cowen, Richard 341
Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) 116
Croft, Darin 365
Crompton, A.W. "Fuzz" 338, 340, 341, 343, 351
Cronopio 135, 354
Cruise of the Betsey, The (Miller) 90, 346
Csiki-Sava, Zoltán 118, 350
Cuvier, Georges 268, 270
Cynariops 71

Ç

çekiç kemiği 97, 98, 100-102
çıkmaz sokaklar 84, 134
çifttoynaklılar 170, 175, 180-182, 192, 206, 217, 224, 226, 228, 243, 247,250, 363, 364, 370
çiğneme 64, 66, 69, 70, 73, 75, 82, 95, 96, 100-103, 113, 115, 116, 122-124, 135, 159, 185, 186, 232, 249, 262, 278, 301, 311, 342, 348, 350, 352
çitalar 13, 277
çobanaldatan 169
Çoklu-Yatak fosilleri 117-119
çubuklu balinalar 230-234, 372, 373

D

Daeodon 251, 252
Daeschler, Ted 378
dal ucundan beslenme 301
damanlar 175, 205-208, 366
Damuth, Christine ve John 375, 376
Daouitherium 209, 210, 366
Darwin, Charles 16, 17, 25, 37-39, 94, 127, 128, 175, 188-190, 192, 193, 222, 278, 305, 318, 364
Darwinius 170, 172, 301, 360
Darwin'in Toynaklıları 190, 192-194, 254, 259, 274, 275, 278, 288, 318, 365
Dashzeveg, Demberlin 109, 349
Davis, Brian 351, 353
dağ sıçanları 207
Deinotherium 199, 210, 211
Deltatheridium 126, 353
Denisovalılar 315, 316, 318, 390, 391
deniz seviyesi 21, 24, 113, 275, 282, 329, 389
dentary-skuamöz eklem 65, 66, 100-102, 341, 342
dePolo, Paige 178, 346, 358, 398
derisidikenliler 50
DeSantis, Larisa 382
develer 16, 181, 182, 189, 190, 224, 236, 237-240, 242, 243, 250, 258, 275, 286, 288, 304, 327, 328
Diacodexis 180, 363
Dicynodon 37, 38, 40, 41, 336
Didelphodon 148, 151, 353, 356
difyodonti 70, 343
dikinodonlar 38, 40, 41, 43, 45, 46, 49, 51, 52, 55, 83, 93, 336, 337
DiMaggio, Erin 388
Dimetrodon 19, 28, 30-35, 39, 40, 68, 99, 333
dinocephalialar 41-43, 49, 335, 336
Dinozorlar Çağı 12, 93, 132, 156, 186, 330
Diplodocus 80, 155
Diprotodon 278
diyafram 62
diyapsitler 21, 25-27, 30, 31, 34, 49, 332
dişli balinalar 230-234, 372
DMME *bkz.* Tanımlayıcı Memeli Ortakulağı
DNA 16, 17, 22, 23, 121, 174-177, 192, 194, 206, 214, 217, 224, 226, 281, 282, 287, 300, 305, 316, 320, 332, 358, 360, 361, 365, 369, 370, 380, 385, 386, 392
Docofossor 87, 345

dokodonlar 84, 85, 87, 89, 91, 93, 94, 96, 112, 113, 116, 125, 134, 143, 345
Dolly (koyun) 322
domuzlar 14, 142, 157, 164, 182, 207, 224, 322, 327
Dorudon 221, 224, 227, 230, 372
doğal seçilim 25, 31, 37, 95, 98, 173, 174, 188, 218, 219, 228, 249, 250, 307, 311, 322
Drew, Liam 331, 337, 347, 353, 358, 360
dryolestoidler 135, 354
dugonglar 208
Dunn, Regan 374
Dunne, Emma 29, 333, 334
D'Ambrosia, Abigail 363

E

Echinerpeton 27, 28, 333
Echovenator 232, 372
Ectoconus 137, 141-143, 157-159, 162, 358
Edaphosaurus 34, 35
Ediacara 50
Edinburgh Üniversitesi 13, 127, 322, 355, 358
Edmontosaurus 148
Edwards, Erika 374
Edwards, Phil 378
Eigg Adası 90, 92
Eisenhower, Dwight 173
ekidneler 95, 131, 134, 258, 353
eklembacaklılar 50, 109
ekolokasyon 219, 220, 232, 233, 368, 372
ektotimpanik halka 97-99
Ellesmere Adası 300
emzirme 94-96, 229, 347
endotermik 44, 61, 94, 341, 342
entelodonlar 251
Eoconodon 158-160, 162, 186
Eomanis 170
Eosen-Oligosen soğuması 245
Eosen-Oligosen sınırı 212, 230, 232, 234, 254, 367, 374
Eozostrodon 73, 339, 343
Epicyon 242, 251
epipubis kemikleri 161, 162, 358
Equus 253
Erickson, Greg 357
Eritherium 208, 209, 366
Erken-Orta Permiyen sınırı 43
Erwin, Douglas 338
Estes, Richard 338
Etiyopya 303-306, 308, 386, 388
Euarchontoglireler 176, 360
eubalena 233
Eurohippus 165, 170-172, 181, 359, 360
eurypteridler 20
eutherialar 125-127, 133, 135, 142, 143, 149, 150, 151, 157-159, 161, 162, 352-354, 357, 358
Evans, David 383
evcilleştirme 322, 393
Everest Dağı 143
eğreltiotları 20, 25, 48, 51, 121, 122, 158, 167, 168, 185, 247

F

Falkland Adaları 319
Falkland tilkileri 319, 330
Famoso, Nicholas 374, 375
fareler 14, 18, 59, 65, 74, 75, 78-80, 82, 85, 87, 114, 115, 128, 168, 185, 258, 307, 328, 348
Farmer, Colleen 341
Farm Ridge Buzultaşı 378
Fas filleri 208
Feulner, Georg 333
Feyyum Vahası 220, 303
fibrolamellar (lifli-katmanlı) kemik 45, 62, 341
Figueirido, Borja 375, 376, 382, 383
fil soreksleri 205, 206
Florence (Nova Scotia) 26, 333
Flores Hobbiti 318
Flynn, John 132, 354, 366

Foffa, Davide 346
foklar 229, 327
Foley, Nicole 360
Fort Beaufort 36
Fortelius, Mikael 375
Fort Union Oluşumu 146, 149, 356
fotosentez 121, 145
Four Years in a Red Hell (Rigney) 343
Fox, Richard 384
Franzen, Jenz Lorenz 171, 301, 359, 360
Fraser, Nicholas 92, 344
Friedrich Wilhelm Üniversitesi 56
Froehlich, David 364
Fu Jen Katolik Üniversitesi 72
Fujiwara, Shin-ichi 371
Fulbright Bursu 255

G

Galesaurus 37, 46
Gallenkamp, Charles 349
Game of Thrones (TV dizisi) 288, 383
Gandolfini, James 155
Gaupp, Ernst 98
Gazap Üzümleri (Steinbeck) 150
gececil 59, 74, 340
gececil darboğazı 340
Gee, Henry 387, 381
Geisler, Jonathan 368, 372
gelincikler 48, 194
Gergedan Ağılı 240, 242
gergedanlar 13, 15, 16, 18, 182, 183, 189, 190, 192, 207, 208, 212, 234, 236-243, 250, 251, 253, 254, 258, 263, 276, 278, 284, 292, 319, 328, 367, 373, 374
geviş getirmek 182
geyik 13, 15, 35, 170, 180, 182, 224, 228, 229, 236, 240, 254, 273, 275, 277, 288, 292, 315, 370
Gheerbrant, Emmanuel 208, 366
Giaimo, Cara 378
Gidley, James 385
Gill, Pam 73, 343
Gingerich, Philip 179, 181, 228, 229, 350, 360, 362, 363, 370-372
Gize piramitleri 220, 369
Glasgow Kadın Doğum Hastanesi 39
Glossopteris 51
glyptodonlar 276, 278
Gobi Çölü 107-111, 113, 114, 116, 117, 119, 126, 127, 133, 139, 162, 173, 350, 353, 358
Godthelp, Hank 376
Gondvana 23, 24, 205, 244
gondvanatherialar 135
gorgonopsialar 42, 43, 45, 46, 49, 51, 52, 335, 336
goriller 16, 185, 302, 305-307, 328, 330
Gotland 246
Grand Ridge Buzultaşı 378
Gregory Irmağı 254
gri kurtlar 276, 290, 383
Groucutt, Huw 390
Grönland 73, 179
Gulliver'in Seyahatleri (Swift) 53
Gunnell, Gregg 368, 385
Gunz, Phillip 387
gök devirleri 275
Gök Gürültüsü Hayvanları 183, 188, 364
göktaşı çarpması 12-14, 18, 29, 143-146, 149-151, 156, 172, 177, 178, 194, 206, 244, 247, 259, 274, 298, 300, 319, 321, 327, 328, 355-357, 361, 374
Güney Afrika Müzesi 73
Güney Amerika Toynaklıları 190
Güney Kutbu 23, 24, 35, 244, 273, 302
güğüm göller 272

H

Hadrocodium 73, 343
Haile-Selassie, Yohannes 305, 387
Hall, Brian 353
Hall, Margaret 340
Halle Üniversitesi 56
Halliday, Thomas 359, 361

hamamböcekleri 55, 149
Hamed, Gada "Gadi" 303-308, 386, 387
Hamilton, Alexander 268
Hand, Sue 376,
haramiyidanlar 84, 85, 87-89, 93, 94, 112, 113, 116, 125, 214, 345, 346, 348
Harari, Yuval Noah 392
haremler 237, 239, 243
haritacılık 116, 152, 154
Hartman, Bill 356
Hartman, Joseph 356
Harvard Üniversitesi 338
Harvati, Katerina 390
Hateg Adası 116, 118
Hawkes, John 387
hematofaji 219
hepçiller 116, 125, 148, 151, 171, 180, 207, 260
Hermiin Tsav (mevki) 111-113
Higham, Tom 386, 391
Hill, Bob 349
Himalayacetus 371
Himalayalar 23, 224, 226, 274
Hindistan 113, 127, 132, 145, 149, 205, 218, 224, 225, 226, 228, 229, 246, 282, 355, 364, 368, 370
Hint Okyanusu 205, 208
hipopotamlar 189, 190, 207, 224, 237, 243
hipsodonti 248-250, 254, 258, 262, 283, 311, 375
Hoffman, Eva 95, 347, 391
Holpin, Sofia 358
Holwell (köyü) 57
Homalodotherium 190
Homo 308, 311-315, 387-391
Homo erectus 311-313, 315, 318, 388-390
Homo floresiensis 313, 389
Homo luzonensis 313, 389
Homo sapiens 18, 258, 279, 280, 292, 296, 311-315, 318-321, 326, 328-330, 389-392
Homotherium 288
Hopkins, Samantha 376
Hopson, James 335, 336
Hulbert, Richard 376
Hull, Pincelli 355
Hunter, John 127-129, 353
Huttenlocker, Adam 341
Huxley, Thomas Henry 38, 39
Hylonomus 332

I

Illinois 24, 84, 271, 275, 326, 331, 357, 378, 379
Indohyus 225, 226, 228, 231, 370, 371
Inostrancevia 42

İ

iguanalar 20
Iguanodon 40
İkinci Dünya Savaşı 111, 173
iklim değişikliği 52, 60, 149, 178, 181, 182, 253, 263, 273, 313, 320, 333, 338, 392-394
inekler 41, 146, 170, 181, 182, 197, 220, 224, 248, 249, 322, 327, 366, 369
İnsan Genom Projesi 174
insansılar 44, 183, 253, 304-312, 314, 386, 387, 388, 389
iridyum 149, 355
İrlanda Kurtuluş Ordusu (IRA) 255
İrlanda sığını 276, 277
İskoçya Ulusal Müzesi 91, 92, 346
İspanyol istilacılar 188
İzlanda 179

J

Jackson, Andrew 266
Jackson, Michael 270
jaguarlar 193, 194, 275
Jakupcak, Joe 271, 272, 378
Janecka, Jan 178
Janis, Christine 365, 375, 376, 379
Jefferson, Thomas 267-270, 272, 276-279, 282, 286, 318, 378

Jeholbaatar 348
Jehol Biyotası 85
Jeholodens 84-86, 345
Jenkins, Farish 73, 74, 336, 339, 340, 343, 350
Jerison, Harry 359
Jin, Meng 85, 89, 101, 117, 345-347, 350, 352
Johanson, Donald 299, 308, 387
Jones, Katrina 340, 341, 362, 368
Josephoartigasia 197, 366
Juramaia 125, 352

K

Kaczynski, Ted (Unabomber) 146, 147
Kambriyen Patlaması 49
kambur balinalar 233
Kammerer, Christian 38, 40, 54, 297, 334-336, 339, 384
Kampaniyen 112
Kamptobaatar 114
kangurular 15, 35, 65, 125, 194, 258, 259, 262, 278, 318, 327, 377, 379
kapalıtohumlular 120-122, 125, 135, 139, 148, 167, 351,
kaplumbağalar 21, 59, 114, 145, 148, 151, 153, 169, 170, 178, 359
kapuçin maymunları 300
karbondioksit 24, 51, 82, 121, 145, 177-179, 244, 273, 274, 322, 326, 345, 379
Karbonifer Yağmur Ormanı Çöküşü 29, 36, 51, 332, 333
Karoo 35-40, 43, 50, 51, 53, 55, 56, 79, 335, 337, 338, 339
karıncalar 122, 168, 170, 173, 205, 206
karıncayiyenler 173, 175, 185, 193, 259
Kayentatherium 95, 347
Kazıklı Voyvoda (Dracula) 119
kemik histolojisi 44, 53, 339
Kemik Savaşları 155, 183, 357
Kemp, Tom 46, 60, 331, 333-336, 338, 340-342, 350
Kermack, Diane 73, 343
Kermack, Doris 72
Kermack, Kenneth 72, 342
kerojen 166, 170
kertenkeleler 12, 17, 21, 27, 28, 37, 59, 61, 69, 78, 114, 126, 145, 162, 168, 170, 334, 341, 371
keseli aslanlar 260, 263, 278, 318, 377
keseli kurtlar 260, 261, 319, 330
keseliler 15, 66, 95, 100, 103, 113, 115, 121, 122, 125, 131, 135, 142, 161, 162, 173, 194, 195, 262, 274, 278, 288, 318, 342, 348, 376
Keşmir 226
Khudi, Yuri 284
Kielan-Jaworowska, Zofia 107-112, 114, 116, 122, 126, 133, 139, 331, 339, 342, 345, 349, 350, 354, 358
Kimbeto (mevki) 138, 139, 141, 143, 156, 157, 159, 163
Kimbetopsalis 139-143, 157, 220, 355
kimsesizlerin yayılması 196
King, G. M. 336, 337
kirpiler 133, 170, 206
Kitching, Croonie 339
Kitching, James 39, 339
klad 333, 334, 342
Klein, Richard 390
Klemm, Dietrich ve Rosemary 369
klonlama 284, 322, 393
koalalar 15, 125, 194, 258-260, 262, 302, 377
kobaylar 115, 197, 366
Koch, Paul 392
kogaionidler 116, 118-120, 350
koku duyusu 15, 59, 70, 292, 302, 340, 343
konka 63, 341
koprolitler 22, 45, 337
koyun 27, 157, 170, 224, 248, 249, 315, 322
Kozłowski, Roman 107, 109
Krause, David 134, 135, 350, 354, 380
Kretase Karasal Devrimi 103, 120, 122, 125-127, 134, 351, 352
Kretase sonu yokoluşu 149, 151, 156, 162, 171, 355, 356, 359, 384

kril 204, 234, 373
Kristal Saray Sergisi 40
Kroon, Dick 355, 374
Kryptobaatar 105, 114
Kuehneotherium 73, 339, 343
kulak kemikleri 97-102, 146, 201, 222, 226, 227, 347, 348, 349, 368
kulak salyangozu 97, 101, 102, 219, 226, 232, 347, 368
kulak zarı 96, 97, 101, 102, 109, 219, 229
Kuljian, Christa 335
kunduzlar 24, 87, 129, 139, 140, 157, 185, 220, 270, 272, 277
kurbağalar 25, 145, 151, 162, 168
kurdayağı otu 23, 48, 51
kutup ayıları 73, 281, 327, 330
Kuzey Kutbu 273, 274, 282
kuşlar 13, 21, 28, 52, 59, 61, 65, 83, 89, 97, 101, 121, 164, 170, 204, 212, 214, 219, 226, 238, 240, 242, 306, 319, 334, 359
kuş tüyleri 80, 306
kuyruksuz maymunlar 303, 305, 306, 311, 328, 386, 387
komünistler 72, 109, 114, 279, 303
Kynigopoulou, Zoi 178, 358
kök memeliler 31, 53, 60, 346
kömür bataklıkları 15, 23, 24, 27, 29, 30, 34, 51, 64, 65, 176, 296, 327, 331, 332
köstebekler 87, 129, 175, 205, 206, 259, 262, 361
Kühne, Charlotte 57
Kühne, Walter 56, 57, 65, 72, 73, 95, 339, 342
küresel ısınma 51, 52, 82, 83, 145, **149, 178,** 179, 181, 196, 244, 273, **279,** 299, **361, 363,**
küçük toz fırtınaları 48, 294, 295
kılıçdişli kaplanlar **18,** 24, 34, 43, 194, 245, 275, 277, **279, 286-288, 292, 296, 302, 318, 319, 321, 327, 330, 365, 381-383**
Kırmızı Bulut, Şef **183**
kısrak **166-170, 172, 359**
kızıl sincaplar **186**

L
La Brea Katran Çukurları 286-288, 290, 381, 383
Lambert, Olivier 369, 371, 372
Laporte, Léo 360
Laramidya 113, 116
Laurasiatherialar 176, 206, 217, 218, 360
Laurin, Michel 336
Lavrasya 23
Leakey, Mary 387
Leakey, Meave 386, 388
Leh-Moğol keşif seferleri 109, 111, 112, 349
lemurlar 87, 214, 302, 303, 319, 385
Lepidodendron 20, 21, 23, 25, 26, 29, 51
Lesmesodon 170, 172
Lessemsaurus 59
Lewis, Arnie 26
Lewis, Meriwether 270
Liaoconodon 101, 347
Liaoning 80, 84, 85, 86, 88, 89, 92, 93, 95, 96, 101, 118, 121, 125, 133, 345, 351, 352, 353
Lightning Ridge (kasabası) 131
Lilliput etkisi 53, 338
Lincoln Parkı Hayvanat Bahçesi 326, 327
Lisowicia 83
Lister, Adrian 379
Litovoi 118, 119, 120, 122, 350
Litvanya 106,
Livyatan melvillei 233
Llanocetus 233, 372
Lloyd, Graeme 345, 351
Londra Jeoloji Derneği 78
Londra Üniversitesi 72
Louisiana Satışı 270
Lucy 299, 308, 309, 316, 387
Lungmus, Jacqueline 337
Luo, Zhe-Xi 84, 86, 88, 92, 133, 343, 345-348, 350, 352, 354
Lycopsis **195**
Lynch, Vincent **380**
Lystrosaurus **55**

Lyuba 284-286, 381
López-Torres, Mary ve Sergi 385
Lü, Junchang 80, 81

M
MacFadden, Bruce 375
MacPhee, Ross 331, 379, 392, 393
Macrauchenia 189, 190, 192, 365
Macrocranion 170, 172
Madagaskar 132-134, 164, 302, 319, 385
mağara aslanları 276, 277, 286, 295
Maiopatagium 87, 88, 345
Malleodectes 262, 377
Mammuthus primigenius 282
mamut avcıları 279, 322, 326, 380, 384
Mamut Bozkırı 276, 284, 286, 288, 379
Man Adası 58
Manafzadeh, Armita 342
manatiler 175, 176, 189, 205, 206, 208, 229
Mantilla, Greg Wilson 116, 147, 298, 356
Mantilla, Jeff 148
Maor, Roi 340
Mao Zedung 72
Marino, Lori 372
Marsh, Othniel Charles 155, 156, 183, 357
Martin, Paul 319, 392
Martin, Thomas 351
Marx, Felix 369
Maryańska, Teresa 109
mastodonlar 205, 267, 268, 270, 272, 282, 318, 380
Mastrihtiyen 112
mavi balinalar 16, 18, 201-204, 224, 226, 233, 234, 373
Mayor, Adrienne 364, 377
Mazon Deresi 24-26, 331
mağara aslanları 276, 277, 286, 295
McInerney, Francesca 361
McKenna, Malcolm 350
McPhee, John 337
Meachen-Samuels, Julie 382
Mead, Alfred 374
megafauna 268, 270, 271, 276, 277, 279, 282, 292, 302, 318, 319, 321, 322, 327, 328, 330, 379, 382, 383
Megalonyx 265, 268-270, 277, 278, 378
Megalosaurus 40, 78, 79, 90, 344
Meganeura 21
megavolkanlar 112, 355
Megazostrodon 73, 74, 343
Meltzer, David 392
meme bezleri 15, 17, 94, 95, 129, 222, 347
memeli benzeri sürüngenler 31, 39, 40, 79, 335
Memeliler Çağı 12, 93, 156, 164, 330
Mendip Tepeleri 57
Mesodma 149
Messel 166, 170-172, 181, 187, 219, 301, 359, 360, 368
Messel Gölü 169, 171, 177, 192, 217, 218, 243
Messelobunodon 172
metan 51, 82, 179
metatherialar 125, 126, 133, 135, 142, 143, 148-150, 157, 171, 193, 194, 259, 352, 353, 357
Mezozoyik 344, 349
Michigan Gölü 272, 326, 330
Microdocodon 86, 96, 345, 347
Mihlbachler, Matthew 364, 374, 375
Milankoviç Devirleri 379
Miller, Hugh 90, 93, 346
Minnesota Üniversitesi 298
minyatürleşme 59, 164, 341
Missisipiyen 331
Mississippi Irmağı 24, 270
Missouri Irmağı 146
Mixotoxodon 274
Moby Dick 224, 233, 370
Montana 146-152, 156, 157, 298, 300, 350, 356, 384
Monticello 270, 378
Morganucodon 33, 65-73, 82-84, 93, 95, 96, 99-101, 122-124, 133, 134, 143, 339, 342, 343, 346, 347
Moschops 336

Moğolistan 107-109, 111, 112, 114, 126
Moğolistan Bilimler Akademisi 349
Mueller, Tom 362, 372, 381
multituberculatalar 113-116, 118-120, 122, 124-127, 134, 135, 139, 141-143, 147, 149, 150, 157, 162, 171, 186, 214, 220, 346, 348-350, 352, 354, 355, 357, 364
mus geyiği 272
muson yağmurları 48, 51, 52, 60, 73, 158
Mystacodon 233, 372
mısır 120, 139, 155, 240, 245, 271
Mısır 211, 220, 222, 224, 230, 303, 369, 372

N

Nacimiento Oluşumu 154, 156, 357
National Public Radyosu 141, 355
Navaho Yerleştirme Kampı 156
Naziler 56, 107
Neandertaller 279, 312, 315-318, 390-392
Nebraska Üniversitesi 138, 181, 355, 373
Nemegtbaatar 114
neokorteks 70, 71, 96, 162, 302, 343
Neolitik 322
Nessovbaatar 114
Newham, Elis 352, 359
New Mexico Doğa Tarihi ve Bilim Müzesi 139
New York Times 297, 343, 384
Ni, Xijun 385
Niedźwiedzki, Grzegorz 106
Nil Nehri 220
Nimbacinus 260, 261, 377
Nimbadon 260, 261, 377
Norell, Mark 114, 340, 341, 349, 350
Novacek, Mike 114, 173-175, 349, 358, 360, 368, 398
Nuh Tufanı 266
Nuh'un Gemisi 364
Numidotherium 209, 210

O

Obdurodon 131, 132, 353
Oehler, Edgar 72
Ogunkanmi, Moji 91
Oklahoma State Üniversitesi 147
oklukirpiler 14
oklüzyon 69, 70, 123, 135
oksijen izotopu 179, 181, 341
Oligokyphus 56-59, 61, 65, 69, 95, 339, 340, 347
Olsen, Paul 340, 345
Olson, E. C. 333, 334
Olson Yokoluşu 334
Omurgalı Paleontolojisi Derneği 52, 343, 356, 375, 383
Onychonycteris 214, 215, 367
opal taşları 132
opossumlar 79, 100, 171, 194, 258, 274
orangutanlar 305, 306
Origolestes 101
Orliac, Maëva 363, 371, 385
ornitorenkler 15, 95, 129-132, 134, 173, 258, 353
Orta Asya Seferleri 114, 349
Orta Atlas Magma Alanı (CAMP) 344
Osborn, Henry Fairfield 335, 378
Osmólska, Halszka 109, 111
Owen, Richard 36, 38, 79, 130, 159, 188, 335, 344, 365, 372
Oxford Üniversitesi 78, 344
O'Brien, Haley 278, 379

Ö

öküz başlı antilop 43, 206, 254, 278, 379
örümcek maymunları 197
örümcekler 20, 122
örs kemiği 97, 98, 100

P

Pagnac, Darren 374
Pakicetus 225, 227-229, 231, 370, 371
Palaeoloxodon 210, 212, 367

Palaeomastodon 210, 211
Paleosen-Eosen Isıl Azamisi (PEIA) 178, 361
Paleosen-Eosen sınırı 179, 244, 299
paleotermometre 62, 179, 181,
Palkopoulou, Eleftheria 380
Panama kara köprüsü 278, 288, 291
Panama Kıstağı 274
Panciroli, Elsa 92, 346, 347
Pangea 23, 24, 28, 29, 35, 36, 50, 51, 55, 56, 59, 60, 73-75, 82, 90, 113, 122, 127, 179, 205, 244, 338, 340, 345
pangolinler 170, 173, 175, 176, 178, 206
pantodonlar 159, 162, 173, 176, 182, 358
Pantolambda 14, 158, 159, 161-163
Paraceratherium 210, 212, 367
Paramys 185
Pardo, Jason 333
Park, Travis 203, 372
Parrington, Rex 57, 73, 74, 339, 343
parçalayıcı dişler 186, 187
Patagonya 189, 193, 273
Patalano, Bob 390
Patterson, Bryan 351, 386
Pattison, Kermit 304, 386, 387
Patton, George 173
PEIA bkz. Paleosen-Eosen Isıl Azamisi
PEIA küresel ısınması 182, 209, 218, 224, 228, 247, 301, 319
PEIA Üçlüsü 180, 182, 185, 363
Pekin İnsanı 313, 389
pelikozorlar 28, 30-32, 34, 35, 39, 40, 43, 44, 46, 49, 59, 60, 65, 69, 70, 75, 93, 100 333-335, 340
Pelorovis 278
Peppe, Dan 355
Peregocetus 229, 371
Periptychus 358
Perissodactyla 175
Perle, Altangerel 109
Permiyen-Triyas geçişi 337, 338
Permiyen sonu yokoluşu 50, 58, 59, 65, 82, 149, 329, 337, 355
Petrolacosaurus 27
Petsko, Emily 378
Petty, Tom 286
Phascolotherium 79
Philadelphia Doğa Bilimleri Akademisi 270
Phosphatherium 208, 210, 366
Pickrell, John 383
Pilcher, Helen 380, 393
pirinç 67, 96, 245, 266
pitolitler 246-248, 250, 262 , 375
plankton 145, 220, 233, 234
Platon 306, 307
plesiadapiformlar 299-301, 384, 385
plesiyozorlar 90, 93, 145
Pleyistosen 263, 273
Pliyosen 253, 262, 263, 273, 282, 287, 290, 305, 306, 310, 329, 375, 376, 387, 394
polenleşme 103, 121, 122, 300
Polly, David 350, 352
Polonya 57, 83, 106-109, 111
porsuklar 14, 85, 128, 159
Potavatomiler 326
primatlar 17, 59, 87, 125, 155, 170-173, 175-177, 180, 182, 187, 194, 196, 197, 213, 214, 243, 247, 274, 296, 298-303, 306, 307, 314, 360, 363-366, 384-386
Procerberus 149
Propalaeotherium 360
Prothero, Donald 331, 364-366, 372, 379, 380
protocetidler 229-231, 370, 371
pterodaktiller 145, 204, 214
Puerco kireçli toprağı 153, 155-157, 357
Purgatorius 298-300, 302, 384
Purgatory Tepesi 298
Pyenson, Nick 369, 370, 373
Pyrotherium 190
Pääbo, Svante 391
Püschel, Hans 178, 190, 358, 388

R
Rao, A. Ranga 226, 228, 371
Ray, Sanghamitra 45, 336
Raymond, Carissa 138, 140, 157, 220, 355
Reich, David 391
Reichert, Karl 98
Reichert-Gaupp kuramı 98
Reisz, Robert 27, 333
Repenomamus 85, 89, 345
Rey, Kévin 341
Reynolds, Ashley 383
Rich, Tom 132
Rigney, Harold 72, 342, 343
Puerco Irmağı 154
Puerco kalkeri 153, 156, 157, 357
Riversleigh 256-262, 376, 377
Roberts, Alice 358, 393
Rocky Dağları 146, 158, 177, 274
Rodhocetus 225, 229, 370, 371
Romer, Alfred 26, 339
Romer Ödülü 52, 246, 340, 343, 350, 375
Rose, Kenneth 331, 358, 362
Ross, Dugald 346
Rouffignac Mağarası 281
Rougier, Guillermo 135, 353, 354
Rowe, Timothy 95, 342, 343, 347, 353
Rubidge, Bruce 39, 334, 335
Rubidge, Sidney 39, 335
Rudner, Ione 73, 343
Rugosodon 350
Rusingoryx 278, 379
Ruta, Marcello 340, 351

S
Sample, Ian 370
Samuels, Joshua 376
San Juan Irmağı 152, 155, 156, 357
sauropodlar 59, 90, 93, 110
Savage, Robert 91, 92
Schmitz, Lars 340
Schoch, Robert 331, 358, 364, 372, 380
Schouten, Peter 379
Schultz, Julia 351
Scott, Craig 384
Sears, Karen 368
Secord, Ross 138, 140, 179, 181, 362, 363, 374
sera etkisi 36, 113, 177, 244, 247, 253, 263, 273, 274, 302, 374
sera gazları 24, 51, 82, 145, 179, 244, 273, 329
Sereno, Paul 350
Seymour, Kevin 383
Shapiro, Beth 393
Shaw, George 129
Shelley, Sarah 13, 17, 27, 33, 63, 68, 71, 99, 116, 123, 141, 142, 157, 177, 178, 187, 216, 231, 248, 348, 356-358
Sidor, Chris 334, 338, 341
Sifrhippus 181, 363, 364
Sigillaria 26, 29
siklotemler 24, 29
Silcox, Mary 299, 385
Simmons, Isla 373
Simmons, Nancy 214, 215, 217, 367, 368
Simons, Elwyn 358
Simpson, George Gaylord 173-175, 193, 223, 246, 249, 251, 253, 344, 357, 360, 365, 375, 385
sinapsitler 21, 25-28, 30, 32-35, 38, 41, 42, 49, 52, 59, 64, 65, 68, 71, 332-334, 338, 340
sincaplar 13, 52, 82, 115, 170, 185, 186, 214, 217
Sinoconodon 342
Sinodelphys 125, 353
sirenialar 206, 207
Sirius, HMS 128
Siyu Yerlileri 183, 188
Skye Adası 90-92, 346, 347
Slater, Graham 359, 373
Sloan, Robert 298, 384
Sloanbaatar 114
Smilodon fatalis 287, 288, 291
Smilodon populator 287, 288

Smith, Felisa 367, 394
Smith, Roger 335
Smith, Stephanie 352, 356
Smith, Thierry 362, 363
Sookias, Roland 338, 367
soreksler 27, 74, 79, 85, 87, 115, 123-125, 139, 148, 205, 206
soğukkanlı hayvanlar 61, 94
Soğuk Savaş 109, 111
sparasodonlar 194, 195, 275, 365
Spinifex 255
Spoor, Fred 387
Springer, Mark 175, 176, 360, 368, 385
Stegosaurus 28, 155
Stereognathus 347
Steropodon 132, 133, 353
stomata 121
Stonesfield (köyü) 78
Stono plantasyonu 266, 267, 283, 377, 378
Storch, Gerhard 359
Stringer, Chris 389
Strömberg, Caroline 246, 352, 374
Stylinodon 160
stylohyal 219
Sues, Hans-Dieter 344
Sulej, Tomasz 106, 108
su nilüferleri 166-170, 192
Suwa, Gen 387
Sykes, Rebecca Wragg 391
süt dişleri 70, 95, 232, 242, 249
sıcakkanlı(lık) 15, 31, 44, 45, 60-62, 65, 75, 82, 94, 327, 341
sırtlanlar 148, 186, 187, 194, 206, 251, 277, 278, 286
sıçanlar 55, 59, 83, 114, 115, 129, 139, 185, 207, 348, 377

Ş
şempanzeler 305-307, 309, 313, 328, 386
şikaakva 326

T
taeniodonlar 159, 160, 173, 176, 182, 358
Taeniolabis 157
tahıllar 120, 271
Tanımlayıcı Memeli Ortakulağı (DMME) 348
tapirler 182, 183, 192, 210, 275, 288
Tarbosaurus 110
tarım 243, 245, 272, 328, 329
Tarım Devrimi 322
tasmanyakurtları 258, 260, 262, 377
tavşanlar 176, 180, 190, 206, 249, 250, 258, 327
Taylor, Michael 346
taç grup 66, 301, 342, 346
Teeling, Emma 360, 368, 369
Teilhardina 180, 301, 363
tekdelikliler 15, 66, 87, 95, 102, 103, 115, 131-135, 143, 161, 162, 173, 258, 259, 342, 348, 353
tektoynaklılar 175, 180-183, 185, 192, 206, 208, 217, 243, 247, 318, 363-365
Teleoceras 235, 241, 242
tembelhayvanlar 16, 173, 175, 188, 189, 193, 194, 205, 259, 260, 268-270, 272, 274, 277, 278, 286, 288, 318, 319, 327, 328
Tennant, Jon 349
tenrekler 175, 205, 206, 361
testosteron 237
Tetis Denizi 127, 135, 196, 205, 207
tetrapodlar 25, 26, 28-30, 34, 45, 49, 332, 334
Theodor, Jessica 376
Thewissen, Hans 226, 228, 363, 369-371
Thingodonta 259, 262, 377
Thoatherium 190
Thomasson, Joseph 373
Thomson, Keith 378
Thrinaxodon 47-50, 53-56, 58, 61, 62, 337-340, 343
Thylacodon 149
Thylacoleo 260, 263
thylacoleonidler 260

Thylacosmilus 194, 195, 275, 365
Tibet 316
tilkiler 13, 128, 260, 319, 330
timsahlar 21, 27, 28, 59, 78, 83, 90, 93, 145, 151, 153, 162, 169, 170, 177, 178, 229, 329, 359
Titanohyrax 207
Tombaatar 114
Toronto Üniversitesi 163, 299
Torrejonia 299, 385
Toxodon 189, 190, 192, 278, 365
tribosfenik dişler 122-127, 131-135, 141-143, 351, 352, 354
Triceratops 12, 79, 116, 143, 148, 163, 246, 259, 288, 300, 321
Tridico, Silvana 380
trigonid yapı 123, 124, 125, 127, 132, 133, 354
tritylodonlar 58, 59, 95, 329, 339, 347
Triyas sonu yokoluşu 52, 82, 344, 345, 355
Tucker, Abigail 349
Turkana Çocuğu 308
Tyrannosaurus rex (T. rex) 12, 14, 16, 28, 31, 65, 79, 110, 116, 143, 148, 156, 214, 233, 251, 259, 279, 288, 321, 328
Türlerin Kökeni 37, 188, 223, 364
tüylü gergedanlar 276
tüylü mamutlar 18, 146, 205, 280, 282, 285, 288, 292, 294, 296, 302, 315, 318, 322, 328, 380, 381

U

Uhen, Mark 369, 370
Ukhaa Tolgod (mevki) 114, 349
ulu kurtlar 15, 277, 290, 295, 382, 383
uluyan maymunlar 197, 330
UNESCO Dünya Mirası 166

Ü

üç zirveli azıdişleri 123
üzengi kemiği 64, 97, 98, 100

V

Vadi el-Hitan 221, 222, 230, 371, 372
valabiler 258
van Valen, Leigh 297-299, 307, 384, 385
van Valkenburgh, Blaire 336, 376, 382, 383
varanopidler 332
Varşova Ayaklanması 107
Varşova Üniversitesi 107
Vechur inekleri 159
Velociraptor 107, 110, 117, 148
Veselka, Nina 368
Vickers-Rich, Pat 132, 354
Victoria Dönemi 17, 36, 37, 39, 40, 78, 79, 159
Vietnam 254, 255
Vilevolodon 77, 87, 345
Villmoare, Brian 388
Vintana 134, 135, 354
vombatlar 260-262, 278, 318, 377
Voorhies, Mike ve Jane 240, 373
Vremir, Mátyás 117, 119, 122, 350

W

Waldman, Michael 90-92, 346, 347
Wallace, David Rains 331, 335, 344, 360, 365, 372
Walsh, Stig 92
Wang, Bian 374
Wang, Steve 345
Wareolestes 347
Washington, George 268
Washington Post 141
Washington Üniversitesi 148
Weaver, Luke 350
Weil, Anne 147, 348, 352, 356, 398
Weiss, Sabrina 380
Westerhold, Thomas 374, 394
Wheeler, George 152, 154
Wheeler Etüdü 152, 155, 357
White, Tim 303, 304, 308, 386, 387
Whiteside, Jessica 345, 355
Wible, John 177, 178, 348, 361

Wilkinson, Mark 346
Williams, E. M. 369
Williamson, Ryan ve Taylor 141, 385
Williamson, Tom 13, 139, 140, 142, 156, 158, 160, 177, 178, 299, 353, 355, 357, 358, 361, 385
Wing, Scott 361, 362
Wisconsin buzullaşması 379
Witwatersrand Üniversitesi 39, 44
Workman, Claire 380
Wortmania 159, 160, 162, 358
Wrangel Adası 292, 383
Wroe, Stephen 377, 392
Wu, Jiaqi 340

X
Xenarthralar 175, 176, 193, 205, 259, 327, 360
XVI. Louis 78

Y
yakınsak evrim 174, 194, 206, 222, 223, 354
Yakın Zaman Yokoluşu 318, 319
Yale Üniversitesi 155
Yalkaparidon 262, 377
Yamal Yarımadası 284
yanal şakak penceresi 27, 64
Yanliao Biyotası 85, 87, 125
yarasalar 14, 27, 65, 88, 161, 173, 175, 176, 204, 213-220, 229, 230, 232, 243, 258, 296, 327, 366-369
Yarramundi Lagünü 128
Yarrow, H. C. 152, 154
Yedi Yıl Savaşları 127
Yellowstone 179, 240, 242, 373
Yeni Dünya maymunları 196, 302, 303, 365, 386, 389
Yeni Güney Galler 128
yerdomuzları 175, 205, 206, 327
Yorktown Çarpışması 127
yumuşakçalar 49
yunuslar 78, 125, 231
yusufçuklar 23, 167
Yürüyen Balinalar 221, 230, 243
yıldırım harekâtı 319, 320, 392

Z
Z-Hattı Taşocağı 149, 356
Zalambdalestes 126, 358
zebralar 206, 254, 327
zehirli gazlar 51, 83, 170
Zhangheotherium 345
Zimmer, Carl 332, 369
zürafalar 159, 185, 236-238, 243, 254, 327