NATHAN H. LENTS

İnsanın Kusurları

İŞE YARAMAZ KEMİKLERDEN
BOZUK GENLERE,
ARIZALARIMIZA
GENEL BİR BAKIŞ



metis bilim | 42

NATHAN H. LENTS

İnsanın Kusurları

Amerikalı biliminsanı ve yazar Nathan H. Lents, Saint Louis Üniversitesi'nde biyoloji okudu, ardından aynı üniversitenin tıp fakültesinde farmakolojik ve fizyolojik bilimler alanında doktora yaptı. Kanser genomiği alanındaki doktora sonrası eğitimini NYU Tıp Merkezi'nde tamamlayan Lents 2000 yılından beri hücre ve kanser biyolojisi, genetik, adli tıp ve bilim (özellikle de evrim) eğitimi konusunda araştırma raporlan yayımlıyor ve 2006 yılından beri John Jay Üniversitesi'nde biyoloji dersleri veriyor. Akademik ve bilimsel çalışmalannın yanı sıra *Skeptic Magazine, The Wall Street Journal, The Observer, Psychology Today, The Chronicle of Higher Education* ve benzeri yayınlar için makaleler yazan Lents'in, aynı zamanda The Human Evolution Blog adlı bir blogu bulunuyor. Halen partneri ve iki çocuğuyla birlikte New York'ta yaşayan yazarın *Not So Different: Finding Human Nature in Animals* (2016; Çok da Farklı Değil: Hayvanlarda İnsan Doğası Bulmak) adlı bir kitabı daha vardır.

Metis Yayınlan
İpek Sokak 5, 34433 Beyoğlu, İstanbul
e-posta: info@metiskitap.com
www.metiskitap.com
Yayınevi Sertifika No: 43544

İnsanın Kusurlan
İşe Yaramaz Kemiklerden Bozuk Genlere,
Arızalarımıza Genel Bir Bakış
Nathan H. Lents

İngilizce Basımı:
Human Errors
A Panorama of Our Glitches,
From Pointless Bones to Broken Genes
Houghton Mifflin Harcourt, 2018

© Nathan H. Lents, 2018
© Metis Yayınlan, 2019
Çeviri Eser © Şiirsel Taş, 2020

İlk Basım: Ağustos 2020

Yayıma Hazırlayan: Özde Duygu Gürkan

Kapak Resmi: Antika ahşap manken, anonim.
Kapak Tasarımı: Emine Bora

Dizgi ve Baskı Öncesi Hazırlık: Metis Yayıncılık Ltd.
Baskı ve Cilt: Yaylacık Matbaacılık Ltd.
Fatih Sanayi Sitesi No. 12/197 Topkapı, İstanbul
Matbaa Sertifika No: 44865

ISBN-13: 978-605-316-199-8

Eserin bütünüyle ya da kısmen fotokopisinin çekilmesi, mekanik ya da elektronik araçlarla çoğaltılması, kopyalanarak internette ya da herhangi bir veri saklama cihazında bulundurulması, 5846 Sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'nun hükümlerine aykındır ve hak sahiplerinin maddi ve manevi haklarının çiğnenmesi anlamına geldiği için suç oluşturmaktadır.

NATHAN H. LENTS

İnsanın Kusurları

İŞE YARAMAZ KEMİKLERDEN BOZUK GENLERE, ARIZALARIMIZA GENEL BİR BAKIŞ

Çeviren:
Şiirsel Taş

metis

"Hah, işte iyi bildiğin bir konu!"

– İnsanın kusurlarıyla ilgili bir kitap yazdığımı öğrenen annemin tepkisi

İçindekiler

Giriş: Bak Şu Doğanın Falsolarına 11

1. İşe Yaramaz Kemikler ve Başka Anatomik Hatalar 17

2. Muhtaç Diyetimiz 49

3. Genomdaki Çöp 78

4. *Homo sterilis* 105

5. Tanrı Doktorları Neden Yarattı? 137

6. Enayi Bir Tür 167

Sonsöz: İnsanlığın Geleceği 207

Teşekkür 227

Notlar 229

Dizin 233

Giriş
Bak Şu Doğanın Falsolarına

İŞTE SİZE defalarca duyduğunuz bir hikâye: Bütün sistemleri, organları ve dokularıyla insan vücudunun şu inanılmaz güzelliğine, karmaşıklığına ve yüceliğine bakın! Vücudumuza ne kadar derinlemesine bakarsak, o kadar çok güzellik görüyoruz. İnsan vücudunu oluşturan hücreler ve moleküller, görünürde bir soğanın katmanları gibi sonsuz düzeyde karmaşıklığa sahiptir. İnsanlar zihnin zengin dünyasının keyfini çıkarır, hayret verici derecede karmaşık fiziksel işler becerir, besinleri sindirip onları kendi bünyelerindeki madde ve enerjiyle harmanlar, genleri zahmetsizce açıp kapar ve arada bir "sonsuz çeşitlilikte öylesine güzel"* yeni bireyler üretir.

Her nasılsa, bütün bu süreçler bir araya gelip insan yaşamının harikulade karmaşıklığını yaratırken, biz altta yatan mekanizmalardan habersiz yaşarız. Sıradan bir insan ellerindeki hücreleri ve kasları, kollarındaki sinirleri ya da bir müzik parçasını çalmak için gereken enformasyonun beynin hangi merkezlerinde depolandığını düşünmeden oturup "Piano Man"i çalabilir. Bir başkası kulak zarındaki titreşimler, sinir impulslarının işitsel işlem mer-

* Yazar, Charles Darwin'in *Türlerin Kökeni* adlı eserinin son cümlesine atıfta bulunuyor: "Çeşitli kuvvetleriyle hayatın ilk başta bir ya da birkaç yaşam biçiminden doğduğu ve bu gezegen yerçekiminin sabit yasaları gereğince dönüp dururken bu kadar basit bir başlangıçtan sonsuz çeşitlilikte öylesine güzel ve harikulade yaşam biçimlerinin evrilmiş ve evrilmekte olduğu görüşünde ihtişam var." – *ç.n.*

kezine nasıl iletildiği ya da nakarata yarım yamalak da olsa eşlik etmesini sağlayan bellek mekanizması üzerine kafa yormaksızın oturup şarkıyı dinleyebilir. Şarkının kendisi de böyle bir insan tarafından bestelenmişti (her ne kadar istisnai biri olsa da); besteyi yaparken var gücüyle çalışan genlerin, proteinlerin ve nöronların pek farkında olmadığını söylemekte beis görmediğim biri tarafından.

İnsan vücudunun yapabildikleri, her ne kadar onları kanıksamış olsak da harikulade, hatta mucizevidir. Öyleyse neden *bu* konuda bir kitap yazmadım?

Çünkü bu hikâyeyi defalarca dinlediniz. Bu kitaplar zaten yazıldı. İnsan vücudunun göz kamaştıran karmaşıklığıyla ilgili bir kitap istiyorsanız şanslısınız; bir tıp kütüphanesine gitmeniz yeterli, on binlerce cilt bulursunuz. Yeni keşiflerin açıklandığı biyomedikal dergileri de sayarsanız, insan bedeninin ihtişamına düzülen övgüler milyonları bulur. Bedenin genel olarak ne kadar iyi çalıştığını anlatan sözcükler ve sayfalar hiç de az değildir.

Oysa bu kitap farklı bir hikâye anlatıyor. Tepeden tırnağa kusurlarımızın hikâyesini.

Aslına bakarsanız kusurlarımız son derece ilginç ve öğretici. İnsanın kısıtlılıklarını inceleyerek geçmişimizde neler olup bittiğini anlayabiliriz. Bu kitapta bahsedilen kusurların her biri ve hepsi türümüzün evrimsel tarihiyle ilgili bir hikâye anlatır. Her hücre, her protein, DNA şifremizdeki her harf, evrimsel süreç boyunca doğal seçilimin hışmına uğradı. Onca zaman ve bütün o seçilim olağanüstü dayanıklı, güçlü, sağlam, zeki ve yaşam mücadelesinde çoğunlukla başarılı bir beden biçimiyle sonuçlandı. Ama bu beden mükemmel değil.

Ters yerleşimli bir retinamız, kuyruktan yadigâr bir kuyruksokumumuz, el bileğimizde haddinden fazla kemiğimiz var. Yaşadığımız iklimlerde hayatta kalmak için yeterince donanımlı değiliz. Tuhaf yollar izleyen sinirlerimiz, hiçbir yere bağlanmayan kaslarımız, faydadan çok zarar getiren lenf bezlerimiz var. Genomu-

muz işe yaramaz genler, kırık kromozomlar, geçmişteki enfeksiyonlardan kalma enkazlarla dolu. Bize oyunlar oynayan bir beynimiz, bilişsel yanlılık ve önyargılarımız, toplu katliam yapmaya yatkınlığımız var. Milyonlarca insan modern bilimin yoğun desteği olmadan üremeyi dahi başaramıyor.

Kusurlarımız sadece evrimsel geçmişimize değil, bugünümüze ve geleceğimize de ışık tutar. Bir ülkede olup bitenleri o ülkenin tarihini ve bugüne nasıl geldiğini bilmeden anlayamazsınız. Aynı şey vücudumuz, genlerimiz ve zihnimiz için de geçerli. İnsan deneyiminin herhangi bir yönünü tam anlamıyla kavrayabilmek için onun nasıl biçimlendiğini anlamalıyız. Niye böyle olduğumuzu kavrayabilmek için öncelikle bir zamanlar nasıl olduğumuzu anlamalıyız. Şu eski deyişi birazcık değiştirecek olursak, nereden geldiğimizi bilmezsek nerede olduğumuzu da anlayamayız.

Bu kitapta anlattığım tasarım kusurları üç kategoriye ayrılıyor. İlk olarak, tasarımımızın kimi yönleri şimdi yaşadığımızdan farklı bir dünyada evrildi. Evrim karman çorman bir süreçtir ve zaman alır. Türümüzün kolay kilo alıp zor kilo verme eğilimi Pleistosen'de Orta Afrika savanlarında yaşamış insanlar için gayet makuldü, ama yirmi birinci yüzyılda gelişmiş bir ülkede yaşayanlar için hiç de öyle değil.

İkinci kategori, adaptasyon eksikliğiyle ilgili kusurları içeriyor. Örneğin insan dizi, atalarımız dört ayak üzerinde (kuadrupedal) duruştan ve ağaç üzerinde yaşamdan yavaş yavaş iki ayak üzerinde (bipedal) duruşa ve çoğunlukla karasal yaşama geçerken gerçekleşmiş bir yeniden tasarım ürünüdür. Dizin çeşitli bileşenlerinin çoğu, bu kritik eklemden beklenen yeniliklere çok iyi adapte oldu ama bazı sorunlar çözülemedi. İki ayak üstünde yürümeye neredeyse bütünüyle uyum sağladık ama adaptasyonumuz yine de tam değil.

Üçüncü kategoride bizzat evrimin sınırlarından kaynaklanan kusurlar yer alıyor. Bütün türler sahip oldukları bedenlere kısılı kalır; sadece rastlantısal olarak ve nadiren meydana gelen ufak tefek değişikliklerle ilerleyebilirler. Kalıtım yoluyla korkunç dere-

cede verimsiz ama değiştirilmesi imkânsız yapılar edindik. Bu yüzden boğazımızdaki daracık boşluktan hem besin hem de hava iletiliyor, ayak bileğimizde hiçbir amaca hizmet etmeyen fazladan yedi kemik var. Bu kötü tasarımları düzeltmek tek seferlik mutasyonların yapabileceğinden çok daha fazlasını gerektirir.

Omurgalı kanadı, büyük yeniliklerin olduğu dönemlerde dahi evrimin dayattığı muazzam kısıtlamalara iyi bir örnek teşkil eder. Kanatlar birçok farklı hayvan soyunda tekrar tekrar icat edildi. Yarasaların, kuşların ve pterozorların kanatları ayrı ayrı evrilmiş oldukları için bu denli büyük yapısal farklılıklar gösterir. Ne var ki bunların hepsinde kanat önkoldan evrildi. Bu hayvanların önkolları, kanada dönüşmek için pek çok işlevini yitirdi. Kuşlarda da yarasalarda da kavrama yeteneği iyi değildir. Bu hayvanlar nesneleri ağızları ve ayaklarıyla kabaca evirip çevirebilirler. Önkollarını olduğu gibi koruyup tamamen yeni kanatlar geliştirmeleri onlar için çok daha iyi olurdu ama evrim nadiren böyle işler. Karmaşık bir vücut planına sahip olan bir hayvan için yeni uzuvlar geliştirmek bir seçenek olmasa da, mevcut uzuvları yavaş yavaş yeniden biçimlendirmek öyledir. Evrim sürüp giden bir ödünleşme oyunudur. Yeniliklerin çoğunun bir bedeli vardır.

Evrimsel yenilikler yüksek bedelli olduğu kadar çeşitlidir de. Bunlar hücrenin genetik planında meydana gelen kopyalama hatalarından, kemikler, dokular ve organlardaki dikkat çekici tasarım kusurlarına varan bir yelpaze oluşturur. Bu kitapta, aynı genel temayı paylaşan ve birlikte düşünüldüğünde evrimin işleyişine ya da işlemediği zaman neler olduğuna, türümüzün binlerce yıl içinde bu adaptasyonlar için ödediği yüksek bedele dair inanılmaz bir hikâye anlatan kusurları inceleyerek, sözünü ettiğim üç kategorinin her birini sırayla ele alacağım.

İnsan anatomisi iyi ve kötü adaptasyonlar içeren karman çorman bir yapıdır. Kimi kemiklerimiz ve kaslarımız hiçbir işe yaramaz, duyularımız pek de keskin değildir ve eklemlerimiz bizi güçbela ayakta tutar. Bir de beslenme meselesi var. Çoğu hayvan her gün aynı şeyi yiyerek gayet güzel idare edebildiği halde biz

insanlar, ihtiyaç duyduğumuz besin maddelerinin hepsini alabilmek için gülünç derecede çeşitlilik gösteren gıdalarla beslenmek zorundayız. Genomumuzun büyük bölümü hiçbir işe yaramaz, hatta bazen bize zarar verir. (Dahası hücrelerimizin her biri, DNA'sına sıkışıp kalmış binlerce ölü virüs taşır ve biz de hayatımızı bu enkazları görev aşkıyla kopyalayarak geçiririz.) Daha da şaşırtıcı başka kusurlarımız var: Nihai hedefimiz olan üreme, türümüzde akıl almaz derecede verimsizdir; dahası bağışıklık sistemimiz zaman zaman kendi vücudumuza saldırır ve bu, tasarımla ilgili pek çok hastalık grubundan yalnızca biridir. Baş tacı edilen, en önemli evrimsel başarımız olduğu öne sürülen kudretli beynimiz dahi bizi günlük yaşamda hayatımıza mal olabilecek son derece kötü tercihler yapmaya iten kusurlarla doludur.

Ama kulağa ne kadar tuhaf gelirse gelsin, kusurlarımızın kendine has bir güzelliği var. Her birimiz yüzde yüz rasyonel ve mükemmel birer örnek olsaydık hayatımız kim bilir ne kadar sıkıcı olurdu! Bizi biz yapan şey kusurlarımız. Bireyselliğimiz genetik ve epigenetik şifrelerimizdeki minik varyasyonlardan kaynaklanır ve bu çeşitliliğin büyük bölümü mutasyonların gelişigüzel darbelerinden doğar. Mutasyonlar yıldırım düşmesi gibi rasgele ve genellikle yıkıcıdır ama aynı zamanda insanın azametinin kaynağını oluşturur. Bu kitapta ele alacağımız kusurlar, yaşam mücadelesinde kazandığımız galibiyetlerden geriye kalan yara izleridir. Bizler şansımız düşük olduğu halde bu sonsuz evrimsel çatışmadan sağ çıkanlarız; onca riske rağmen dört milyar yıldır azimle sürdürülen direnişin ürünleriyiz. Kusurlarımızın hikâyesi başlı başına bir savaş hikâyesidir. Şimdi kulak verin ve dinleyin.

1

İşe Yaramaz Kemikler ve Başka Anatomik Hatalar

İnsan retinası niye ters? Mukus kanallarından biri niye sinüs boşluğunun tepesine yakın? Dizlerimiz neden bu denli sorunlu? Omurlarımız arasındaki kıkırdak diskler neden bazen "kayar"? Ve daha fazlası...

FİZİKSEL mükemmeliyete hayranlık duyarız. İriyarı vücut geliştiricilere, zarif balerinlere, kısa mesafe koşan atletlere, biçimli vücutlarıyla mankenlere, dayanıklı dekatlonculara bayılırız. İnsan vücudu, doğuştan gelen güzelliğinin yanı sıra dinamik ve dayanıklıdır. Kalp, akciğerler, salgı bezleri ve sindirim sistemi işlevlerinin özenli orkestrasyonu gerçekten de etkileyicidir ve bizler değişen ortamın her türlü saldırısına rağmen sağlığımızı korumak için vücudumuzun kullandığı incelikli yöntemleri keşfetmeye devam ediyoruz. Fiziksel yapımızın noksanlarıyla ilgili herhangi bir tartışmaya başlarken öncelikle, insan vücudunun güzelliğinin ve yetilerinin, barındırdığı kimi tuhaflıkları fazlasıyla gölgede bıraktığını söylemeliyiz.

Ama bazı tuhaflıklar olduğu kesin. Anatomimizde bazı garip düzenlemeler, verimsiz tasarımlar, hatta düpedüz kusurlar saklı. Bunların çoğu, yaşamımızı olumsuz yönde etkilemeyen tuhaflıklar. Zaten böyle bir etkileri olsaydı, evrim şimdiye dek hepsinin hakkından gelirdi. Ama bu tuhaflıkların bazıları etkisiz değil ve her birinin anlatılacak ilginç bir hikâyesi var.

İnsan vücudu milyonlarca kuşak boyunca inanılmaz bir biçimsel değişim geçirdi. Türümüze ait çeşitli anatomik yapılar bu başkalaşım sırasında dönüştü ama eskisi gibi kalan birkaç yapı geçmişin kalıntılarından ibaret bir tarihsel hata olarak varlığını sürdürüyor. Örneğin insan kolu ve kuş kanadı tamamen farklı işlevler üstlendiği halde her ikisinin de iskeletini oluşturan kemikler arasında tesadüfi olmayan, çarpıcı bir yapısal benzerlik var. Dört ayaklı omurgalıların hepsi, hayvanın kendine özgü yaşam tarzı ve habitatına mümkün mertebe uyum sağlayacak şekilde değişmiş olsa bile temelde aynı iskelet çatkısına sahip.

İnsan vücudu rasgele mutasyonların etkisi ve doğal seçilimin budamasıyla biçimlendi ama bu mükemmel bir süreç değildi. Büyük ölçüde güzel ve etkileyici olan vücudumuza yakından baktığımızda, evrimin –bazen kelimenin gerçek anlamıyla– kör noktalarına yakalanmış bazı hatalar fark ederiz.

O Gözler ki Bozuktur

Evrimin, iyi işleyen bir anatomik ürünle sonuçlanan kullanışsız bir tasarımı nasıl oluşturabildiğine iyi bir örnek olan insan gözü hakikaten bir doğa harikasıdır, ama eğer baştan tasarlanabilseydi muhtemelen şimdiki gibi görünmezdi. İnsan gözü, hayvan soyundaki ışık algısının uzun süre içinde, yavaş ve aşama aşama gelişmesinin mirasını taşır.

Gözün şaşırtıcı *fiziksel* tasarımını incelemeden önce şunu açıklığa kavuşturalım: İnsan gözü aynı zamanda *işlevsel* sorunlarla doludur. Örneğin bu kitabı okuyanların birçoğu bunu modern teknolojinin yardımıyla yapabiliyor. ABD ve Avrupa'da nüfusun yüzde 30 ila 40'ı miyoptur, yani uzağı görmek için gözlük ya da lens kullanır.[1] Bu yardımcı gereçler olmaksızın gözler doğru biçimde odaklanamaz ve birkaç metreden daha uzaktaki nesneleri seçemez. Asya ülkelerinde miyopluk oranı yüzde 70'in üzerindedir. Miyopluğun sebebi sonradan gelişen bir hasar değil, bir tasarım kusurundan ötürü gözyuvarının fazla uzun olmasıdır. Görüntü

gözün arkasına ulaşmadan odaklanır, sonunda retinaya ulaştığındaysa tekrar odak dışına çıkmış olur.

Bazen de yakını göremeyiz. Farklı tasarım kusurlarından kaynaklanan iki farklı durum buna sebep olabilir. Bunlardan biri olan hipermetroplukta gözyuvarı fazla kısa olduğundan ışık retina üzerinde odaklanamaz. Yani anatomik açıdan miyopluğun tam tersidir. Presbiyopi dediğimiz ikinci durum ise göz merceğinin esnekliğini giderek yitirmesinden ya da merceği çeken kasların yetersizliğinden ötürü ışığı doğru dürüst odaklayamamasından veya her ikisinden kaynaklanan, yaşa bağlı bir yakını görememe sorunudur. Etimolojik olarak "ihtiyar gözü" anlamına gelen presbiyopi kırk yaş civarında başlar. Altmış yaşına gelen hemen herkes yakını seçmekte zorlanır. Ben otuz dokuz yaşındayım ama kitabı ya da gazeteyi her geçen yıl biraz daha uzakta tutarak okuyorum. Çift odaklı gözlük kullanma zamanım yaklaşıyor.

Sık rastlanan bu sorunlara glokom, katarakt ve retina dekolmanı gibi daha birçok sorunu da eklerseniz bir örüntü belirmeye başlar. Türümüz sözde gezegendeki en gelişmiş canlı olduğu halde gözlerimiz bir hayli kusurludur. Çoğu insanda hayatın bir döneminde önemli bir görme işlevi kaybı ortaya çıkar, hatta birçok kişide görme kusuru ergenlikten önce başlar.

İkinci sınıftayken gittiğim ilk göz muayenesinden sonra gözlük takmaya başladım. Kim bilir ne kadar zamandır gözlüğe ihtiyacım vardı? Görmem hafif bulanık falan da değil, bir felaket; görme keskinliğim 20/400 civarında. 1600'lerde doğmuş olsaydım, muhtemelen kol boyu mesafeden ötesini görmemi gerektirecek hiçbir iş yapamayacaktım. Aynı sebeple tarihöncesi çağlarda işe yaramaz bir avcı ya da toplayıcı olurdum. Görme kusurunun atalarımızın üreme başarısını etkileyip etkilemediğini ya da nasıl etkilediğini bilmiyoruz. Fakat görme kusurunun modern çağ insanında bu denli yaygın olması, mükemmel görmenin, hiç değilse yakın geçmişteki başarımız açısından mutlaka gerekli olmadığına işaret ediyor. İlk insanlar arasında görme kusuru olanlar da hayatta kalmanın yollarını bulmuş olsa gerek.

İnsanın görme yetisi, çoğu kuşun, özellikle de kartal ve akbaba gibi yırtıcıların mükemmel görüşüyle kıyaslandığında daha da acınası haldedir. Bu kuşların uzak mesafelerdeki nesneleri görme keskinliği, en keskin insan gözünü dahi utandıracak düzeydedir. Ayrıca birçok kuş, morötesi ışınlar dahil, bize göre daha geniş bir dalga boyu aralığını görebilir. Nitekim göçmen kuşlar Kuzey ve Güney Kutbu'nu *gözleriyle* tespit eder.[2] Bazı kuşlar Dünya'nın manyetik alanını kelimenin gerçek anlamıyla *görür*. Birçok kuşun, retinaya zarar gelmeden uzun süre doğrudan güneşe bakabilmesini sağlayan, yarı saydam ek bir gözkapağı vardır. Oysa aynı şeyi yapmaya yeltenen bir insanda büyük olasılıkla kalıcı körlük gelişir.

Üstelik bunlar sadece gündüz görüşüyle ilgili sorunlar. İnsanda gece görüşü en iyi ihtimalle vasattır, kimimizdeyse son derece zayıftır. İnsan görüşünü, kedinin efsanevi gece görüşüyle kıyaslayın. Kedilerin gözleri o kadar hassastır ki zifiri karanlıkta tek bir ışık fotonunu dahi saptayabilirler. (Küçük, loş bir odada herhangi bir anda yaklaşık yüz milyar foton oradan oraya dolaşır.) İnsan retina hücrelerindeki bazı reseptörler tek bir fotona yanıt verebilirse de bu reseptörler gözdeki arka plan sinyalini aşamadıklarından, insan işlevsel olarak tek bir fotonu algılayamaz ve o nedenle, kediler için işten bile olmayan görme becerilerini sergileyemez. İnsanın mümkün olan en zayıf ışığı bilinçli algılayabilmesi için beş ila on fotonun peş peşe, hızla göze ulaşması gerekir.[3] Bu yüzden loş ortamda kedilerin görüşü insanınkine kıyasla önemli ölçüde iyidir. Dahası insanın loş ışıkta görme keskinliği ve görüntü çözünürlüğü kedi, köpek, kuş ve diğer pek çok hayvanınkine göre çok daha zayıftır. Köpeklerden daha fazla renk görüyor olabilirsiniz ama onlar da geceleri sizden daha net görüyor.

Renkli görmeden söz etmişken, insanlar arasında da bütün renkleri göremeyenler var. Erkeklerin yaklaşık yüzde 6'sı renk körüdür. (Kadınlarda bu kadar yaygın görülmemesinin sebebi, renk körlüğüne yol açan genlerin hemen her zaman çekinik davranması ve X kromozomu üstünde bulunmasıdır. Kadınlar iki X

kromozomu taşıdıklarından, kalıtım yoluyla kusurlu bir kopya alsalar bile sağlam bir yedekleri vardır.) Gezegenimizde yedi milyar civarında insan yaşadığına göre en azından çeyrek milyar insan, türün geri kalanının gördüğü renk paletinde göremez. Bu rakam neredeyse ABD nüfusu kadardır.

Bunlar insan gözünün sadece *işlevsel* sorunları. Halbuki gözümüzün fiziksel tasarımı da türlü çeşit kusur barındırıyor. Bunların bazıları gözün işlevsel sorunlarında rol oynarken, diğerleri kafa karıştıran, zararsız kusurlar.

Balıklardan memelilere bütün omurgalıların retinası, doğadaki tuhaf tasarımların en bilinen örneklerindendir. Omurgalı retinasındaki fotoreseptör hücrelerin yerleşimi terstir. Yani fotoreseptörün kendisi ışıktan uzağa, içeriye; bağlantısıysa ışığa doğru bakar. Fotoreseptör hücre, "aktif" ucu sesi alan, diğer ucuysa sinyali amplifikatöre taşıyan kabloyla sonlanan bir mikrofona benzer. Gözyuvarının arka tarafında yer alan retina, sanki bütün o minik "mikrofonlar" ters yöne bakıyormuş gibi tasarlanmıştır. Kablolu ucu öne, ışığa bakarken, aktif alıcı ucu geriye, boş bir doku duvarına bakar.

Bunun neden en uygun tasarım olamayacağı açık. Işık fotonları, arka taraftaki alıcıya ulaşabilmek için fotoreseptör hücrenin etrafından dolanmak zorundadır. Mikrofonu tersten kullanırsanız yine çalışır ama mikrofonu sonuna kadar açıp yüksek sesle konuşmanız şartıyla. Aynı ilkeler görme için de geçerlidir.

Dahası ışık fotoreseptörlere ulaşmadan önce ince bir doku ve kan damarları tabakasından geçmek zorundadır. Böylece zaten gereksiz derecede karmaşık olan sisteme gereksiz bir karmaşıklık daha eklenmiş olur. Bugüne kadar, omurgalı retinasının neden ters döşenmiş olduğunu açıklayan dişe dokunur bir hipotez öne sürülemedi. Omurgalı retinasının yapısı, evrimin alet kutusundaki yegâne araç olan sporadik (tek tük görülen) mutasyonlarla düzeltilmesi çok zor olduğu için varlığını sürdüren rastlantısal bir gelişim kusuru gibi görünüyor.

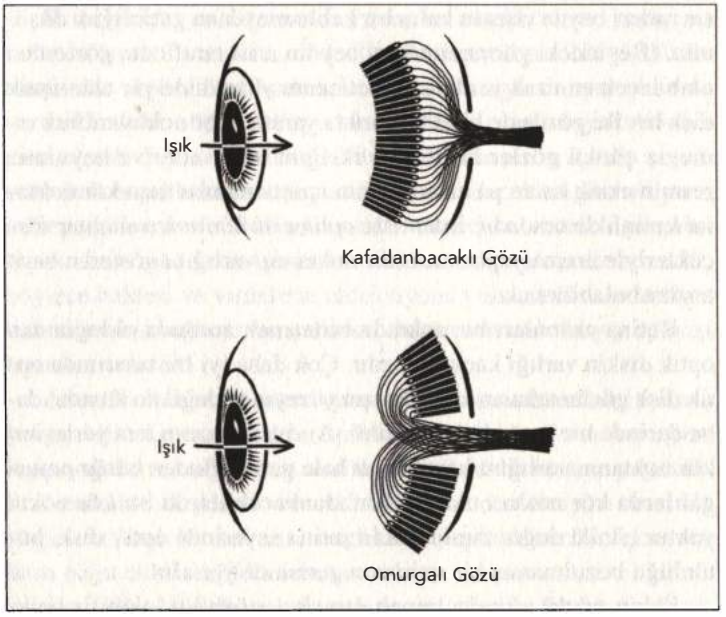
Bu bana, evimin duvarlarına koruma silmesi* monte ettiğim za-

man başıma gelenleri anımsattı. Ahşap işindeki ilk denememdi ve umduğum kadar iyi gitmedi. Silmenin uzun tahtaları simetrik değildir. Ne tarafın alt, ne tarafın üst yüzey olduğuna karar vermeniz gerekir; kartonpiyerin ve süpürgeliklerin tersine, hangisinin ne taraf olduğu hemen anlaşılmaz. Ben de bana doğru göründüğü şekilde monte etmeye başladım. Bütün ölçümleri yaptım, kestim, boyadım, astım, çivileri çaktım, ek yerlerine ve çivi deliklerine macun çektim, sonra tekrar boyadım. Sonunda bitti. Yaptığım işi görmeye gelen ilk misafirim duvar silmesini ters monte ettiğimi ânında anladı. Doğru olan bir alt ve üst *vardı* ama ben yanılmıştım.

Bu örnek, retinanın ters yerleşimi açısından iyi bir benzetme çünkü ileride retinayı oluşturacak olan, ışığa duyarlı dokunun başlangıçta o ya da bu yöne bakması organizma için işlevsel açıdan pek fark yaratmıyordu. Fakat göz evrilirken ışık sensörleri, gözyuvarını oluşturacak boşluğun içine yöneldiğinden kurulumun ters olduğu netlik kazandı. Ama iş işten geçmişti. O noktadan sonra ne yapılabilirdi ki? Nasıl ki duvar koruma silmesini montajdan sonra baş aşağı çeviremediysem, gözde de birkaç mutasyonla bütün yapıyı tersyüz etmek mümkün değildi; her şeyin tersine çevrilmesi gerekirdi. Hatamı düzeltmenin sil baştan başlamak dışında bir yolu olmadığı gibi omurgalı retinasının ters kurulumunu da en başından başlamadan düzeltmenin yolu yoktur. O nedenle silmeyi monte ettiğim gibi bıraktım, atalarımız da aynı şeyi retinaları için yaptılar.

İlginçtir ki kafadanbacaklıların (ahtapotlar ve mürekkepbalıkları) retinası ters değildir. Kafadanbacaklı gözü ile omurgalı gözü çarpıcı bir benzerlik göstermekle birlikte birbirinden bağımsız evrildi. Doğa, kamera benzeri gözü, bir kez omurgalılarda ve bir kez de kafadanbacaklılarda olmak üzere en az iki kere "icat etti." (Böcekler, araknidler ve kabuklularda göz tipi tamamen farklıdır.)

* *Chair rail*: Bir odanın duvarlarının ortasına monte edilen, çoğunlukla ahşaptan yapılma ince bir şerit. Eskiden duvarları sandalye/koltuk sırtlarından koruma amacına hizmet eden bu şeritlerin artık daha ziyade estetik ve dekoratif bir işlevi vardır. –*y.n.*



Kafadanbacaklı gözünün evrimi sırasında retina, fotoreseptörlerin ışığa dönük olduğu daha mantıklı bir biçim kazandı. Omurgalılar o kadar şanslı olmadığından hâlâ bu evrimsel talihsizliğin ceremesini çekiyoruz. Göz hekimlerinin çoğu, retina dekolmanının omurgalılarda kafadanbacaklılara göre daha sık görülme sebebinin retinanın ters yapısı olduğu konusunda hemfikir.

Kafadanbacaklı retinasındaki fotoreseptörler (üstte) gelen ışığa dönük olduğu halde, omurgalı retinasındakiler (altta) öyle değildir. Bu elverişsiz tasarım omurgalılar için bir dezavantaja dönüştüğünde, evrimin bu hatayı düzeltmesi için iş işten geçmişti.

İnsan gözünün tasarımında bahsedilmeyi hak eden bir acayiplik daha var. Retinanın tam ortasında optik disk denen bir yapı bulunur; burada milyonlarca fotoreseptör hücrenin aksonu birleşerek görme sinirini oluşturur. Milyonlarca minicik mikrofonun incecik kablolarının bir demet halinde bir araya geldiğini ve bütün

sinyalleri beyne taşıyan kalın bir kablo meydana getirdiğini düşünün. (Beyindeki görme merkezi beynin arka tarafında, gözlerden olabilecek en uzak yerdedir!) Retinanın yüzeyinde yer alan optik disk her iki gözde de birer kör nokta yaratır. Kör noktaları fark etmeyiz çünkü gözler birbirinin eksiğini telafi eder ve beynimiz resmin eksik kalan parçasını bizim için tamamlar ama kör noktalar kesinlikle oradadır. İnternette *optik disk kör nokta* anahtar sözcükleriyle arama yaparsanız kör noktanın varlığını gösteren basit testler bulabilirsiniz.

Retina aksonları bir noktada birleşmek zorunda olduğundan optik diskin varlığı kaçınılmazdır. Çok daha iyi bir tasarımda optik disk gözün arkasında, retinanın yüzeyinde değil de altında, daha derinde bir yerde bulunabilirdi. Ancak retinanın ters yerleşimi kör noktanın varlığını kaçınılmaz hale getirdiğinden bütün omurgalılarda kör nokta bulunur. Kafadanbacaklılarda ise kör nokta yoktur çünkü doğru tarafa bakan retina sayesinde optik disk, bütünlüğü bozulmamış bir retinanın gerisinde yer alır.

Şahin gözlü olmaya tamah etmek açgözlülük olabilir belki ama hiç değilse ahtapot gözlü olamaz mıydık?

Yukarı Doğru Boşalan Sinüsler

Gözlerinizin hemen altında bir başka evrimsel hata olan sinüsleriniz yer alır. Sinüsler, bir kısmı kafamızın derinliklerinde bulunan, hava ve sıvıyla dolu kıvrımlı boşluklardır.

Çoğumuz kafatasının içinde ne kadar çok boş alan bulunduğunun farkında değiliz. Nefes aldığınızda daracık burun deliklerinizden giren hava, yüz kemiklerinizin içinde yer alan dört çift geniş odacığa dağılır. Bu alanlar havanın müköz zarlarla temas ettiği yerlerdir. Müköz zarlar, tozu, bakteri ve virüsleri ve diğer parçacıkları tutarak bunların akciğerlerinize ulaşmasını önlemek üzere tasarlanmış, nemli ve yapışkan, ince kıvrımlı dokulardır. Sinüsler, parçacıkları yakalamanın yanı sıra soluduğunuz havayı ısıtır, nemlendirir.

Sinüslerdeki müköz zarlar yavaş ve sürekli akan, yapışkan mukusu üretir. Bu mukus, sil dediğimiz titreşen minicik tüycükler tarafından süpürülür. (Bunları, kolunuzdaki tüylerin, yapışkan sıvıyı cildinizden süpürmek için sürekli dalgalanan minyatür bir biçimi olarak düşünebilirsiniz.) Mukus kafatasınızın içinde çeşitli noktalara boşaldıktan sonra yutulur ve olabilecek en güvenli yere, mideye gider; mide asidi mukustaki bakteri ve virüsleri parçalayıp sindirir. Sinüslerin işleyişi normalse mukus akışı devam eder, böylece bakteri ve virüslerin enfeksiyona yol açmadan ortamdan temizlenmesi sağlanır ve mukusun bütün sistemi tıkayıp işleyişi bozması önlenir.

Ama elbette sistem bazen çalışmaz, bu da sinüs enfeksiyonuna yol açabilir. Yeterince hızlı süpürülmeyen bakteriler ortama yerleşip çoğalır ve enfeksiyon sinüslere, hatta daha ötesine yayılabilir. Normalde akışkan ve berrak olan mukus, enfeksiyon sırasında yoğun, kıvamlı bir hal alır, rengi koyu yeşile döner. Enfeksiyonların çoğu ciddi değildir ama can sıkar.

Kedi köpek ve diğer hayvanların insanlar kadar sık nezle olmadığı dikkatinizi çekti mi hiç? Çoğu insan yılda iki ila beş kez nezle (üst solunum yolu enfeksiyonu da denir) olur; bunların bir kısmına sinüs enfeksiyonları da eşlik eder. Oysa altı yıldır birlikte yaşadığım köpeğimin bir kez olsun burnunun aktığı, gözlerinin sulandığı, öksürdüğü ya da hapşırıp durduğu bir hastalık geçirdiğini hatırlamıyorum ve bildiğim kadarıyla hiç ateşlenmedi. Köpeklerde de sinüs enfeksiyonları *gelişebilir* elbette ama nadirdir ve en sık rastlanan belirti kolayca tanınan burun akıntısıdır. Köpeklerin çoğu ömür boyu önemli bir sinüs enfeksiyonu geçirmez.*

Benzer şekilde yaban hayvanlarında da burunla ilgili bu tür belirtiler görülmez. Sinüs enfeksiyonları, insan dışı hayvanlarda olası ama nadir, primatlardaysa diğer memelilerdekine göre biraz

* Pekinez ve pug'lar gibi yassı burunlu köpek ırkları istisnadır. Bu ırklar doğal seçilimin değil, insan eliyle yapay seçilimin ürünüdür. Aslında köpeklerdeki sağlık sorunlarının çoğu, kurt atalarında sık rastlanmayan, seçici soy içi üretimin sonuçlarıdır.

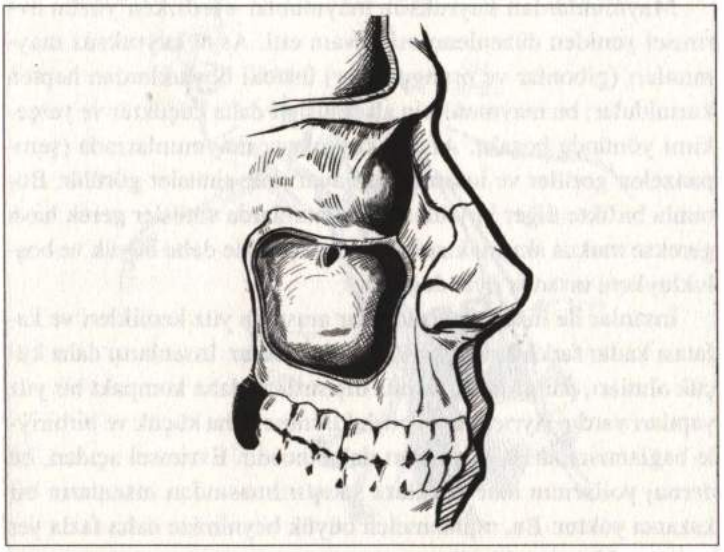
daha sıktır. Peki niye insanların başına onca iş açar?

Sinüs enfeksiyonlarına bu denli yatkın olmamızın çeşitli sebepleri var ve bunlardan biri mukus drenaj sisteminin iyi tasarlanmamış olması. Önemli drenaj borularından biri, üst yanağın derinlerinde yer alan en büyük sinüs boşluğu çiftinin, yani maksiller sinüslerin *tepesine* yakındır. Bu sinüslerde drenaj-toplanma noktasının yukarıda olması, başımızın belası yerçekimi yüzünden pek de parlak bir fikir değil. Bu durumda alnın gerisindeki ve gözlerin etrafındaki sinüsler aşağıya boşalabilirken, en alttaki en büyük iki boşluk yukarı doğru boşalmak zorunda kalır. Siller elbette mukusu iter ama drenajın yukarı değil de aşağı doğru olması işleri kolaylaştırmaz mıydı? Bir tesisatçı hangi akla hizmet edip drenaj borusunu odanın zeminine değil de başka yere döşer?

Bu kötü döşenmiş tesisatın bedelini öderiz. Mukus yoğunlaştıkça işler içinden çıkılmaz hale gelir. Çok miktarda toz, polen ya da başka parçacıklar veya antijenler içeriyorsa, hava soğuk ya da kuruysa veya bir bakteriyel enfeksiyon varsa mukus yoğunlaşır. O zaman bu yapışkan mukusu toplanma noktasına göndermeye çalışan sillerin iş yükü artar.

Keşke bizde de diğer hayvanlarda olduğu gibi yerçekimi drenaja yardımcı olabilseydi! Oysa bizde siller *hem* yerçekimine *hem de* yoğun mukusun azalmış akışkanlığına karşı iş görmek zorunda kalır. Buna ayak uyduramadıkları zaman da nezlede gördüğümüz belirtiler ortaya çıkar. Nezle ve alerjiler bu yüzden bazen ikincil bakteriyel enfeksiyonları da tetikleyebilir; mukus biriktikçe bakteriler azar.

Ayrıca maksiller sinüslerdeki drenaj borularının yanlış yerleşimi, nezle ve sinüzitte sırtüstü yatmanın neden kısa süreliğine de olsa rahatlama sağladığını açıklar. Yerçekimine karşı çalışması gerekmediğinde maksiller sinüslerdeki siller, yoğun mukusun bir kısmını toplama kanalına doğru itebildiğinden basınç biraz azalır. Ne var ki bu tam bir iyileşme değildir, sadece geçici bir rahatlama sağlar. Bakteriyel enfeksiyon yerleştikten sonra drenaj onunla tek başına mücadele edemez; bağışıklık sisteminin bakterileri yenme-



İnsanda maksiller sinüs boşluğu. Mukus toplama kanalı odacığın tepesinde olduğundan yerçekimi drenaja yardım edemez. O nedenle nezle ve sinüzit insanlarda bu denli sıkken diğer hayvanlarda nadir görülür.

si gerekir. Kimi insanlarda drenaj o kadar kötüdür ki süreğenleşmeye başlayan sinüs enfeksiyonlarında hasta ancak cerrahi girişimle rahatlar.

Peki ama drenaj sistemi *niye* maksiller sinüslerin altında değil de üstündedir? Yanıt, insan yüzünün evrimsel tarihinde gizli. Primatlar daha önceki memelilerden evrilirken burnun yapısal ve işlevsel özellikleri köklü bir değişim geçirdi. Birçok memelide koku en önemli duyudur ve burnun yapısı bu duyuyu en uygun biçimde kullanacak şekilde tasarlanmıştır. Bu nedenle memelilerin çoğunun burnu, koku reseptörleri ve havayla dolu boşluklar içeren uzun bir yapıya sahiptir. Ne var ki primat atalarımız evrilirken koku duyusu önemini yitirdi; görme ve dokunma duyularıyla bilişsel yetiler ağırlık kazandı. Buna bağlı olarak burun küçüldü ve burun boşlukları daha kompakt bir yüzün içine sığdı.

Maymunlardan kuyruksuz maymunlar evrilirken yüzün evrimsel yeniden düzenlenmesi devam etti. Asya kuyruksuz maymunları (gibonlar ve orangutanlar) üstteki boşluklardan hepten kurtuldular; bu maymunların alt sinüsleri daha küçüktür ve yerçekimi yönünde boşalır. Afrika kuyruksuz maymunlarında (şempanzeler, goriller ve insanlar) ise aynı tipte sinüsler görülür. Bununla birlikte diğer kuyruksuz maymunlarda sinüsler gerek hava gerekse mukus akışını kısıtlamayacak şekilde daha büyük ve boşlukluyken, insanda öyle değildir.

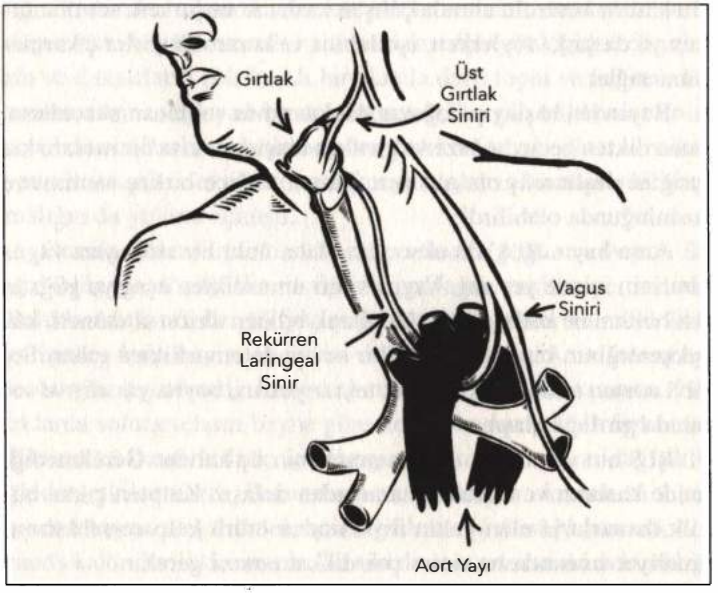
İnsanlar ile insan dışı primatlar arasında yüz kemikleri ve kafatası kadar farklı bir başka yapı daha yoktur. İnsanların daha küçük alınları, daha küçük ve düz diş sırtları, daha kompakt bir yüz yapıları vardır. Ayrıca sinüs boşluklarımız daha küçük ve birbiriyle bağlantısız, drenaj kanalları daha incedir. Evrimsel açıdan, bu drenaj yollarının ince borulara sıkıştırılmasından insanların bir kazancı yoktur. Bu, muhtemelen büyük beynimize daha fazla yer açmanın bir yan etkisidir.

Bu yeniden düzenlenme bizi nezleye ve eziyetli sinüs enfeksiyonlarına karşı, belki de diğer bütün hayvanlardan daha hassas kılan, pek de elverişli olmayan bir tasarıma yol açtı. Ama kötü tasarım dendiğinde, bu evrimsel aksilik vücudun biraz daha aşağısındaki sorunla, doğrudan beyinden çıkıp boyundan aşağıya inmesi gerekirken tehlikeli dolambaçlara sapan o sinirle kıyas kabul etmez.

Kaçak Sinir

İnsanda sinir sistemi şaşırtıcı derecede incelikli ve önemlidir. Sinirlerimiz, ileri düzeyde gelişmiş olan beynimizi işlevsel kılar.

Sinirler, akson denen incecik, yalıtımlı kabloların demetler halinde bir araya gelmesiyle oluşur. Beyinden vücuda (ya da duyusal sinirlerden bahsediyorsak vücuttan beyne) impuls taşırlar. Örneğin beynin üst bölümündeki motor nöronların uzun aksonları beyinden çıktıktan sonra omurilikten aşağıya iner, bel bölgesinde



Sol vagus siniri ile ondan dallanan rekürren laringeal sinir (RLS) ve diğer bazı sinirler. Bu sinirin göğüsten geçerek izlediği dolambaçlı güzergâh, ilk omurgalı atalarımızda beyinden solungaçlara uzanan ve kalbin çok yakınından geçen yolun evrimsel devamıdır.

omurilikten çıkıp bacaklardan aşağıya uzanır ve ayak başparmağına ulaşır. Uzun ama doğrudan bir yol hiç kuşkusuz. Beyinden çıkan kranyal ve omurilikten çıkan spinal sinirlerin aksonları vücuttaki kaslara, salgı bezlerine ve organlara ulaşan ağı oluşturur.

Evrim sinir sistemimizde çok garip bazı kusurlara neden olmuştur. Telaffuzu zor bir adı olan rekürren laringeal siniri (RLS) ele alalım. (Aslında vücudumuzdaki çoğu sinirde olduğu gibi bu sinir de biri solda, diğeri sağda olmak üzere çift halinde bulunur ama konuyu basitleştirmek adına sadece sol taraftakinden bahsedeceğiz.)

RLS'nin aksonları beynin tepesine yakın bir yerden başlar ve gırtlak (ses tellerinin bulunduğu bölge, larinks) kaslarına bağlanır.

Bu sinirin kontrolü altında çalışan kaslar konuşurken, mırıldanırken ya da şarkı söylerken, işitilebilir ve kontrollü sesler çıkarmamızı sağlar.

Beyinden başlayıp boğazın üst kısmında sonlanan aksonların, omurilikten geçip boğaza ve gırtlağa ulaşırken kısa bir mesafe kat ettiğini düşünmüş olmalısınız. Bu yol sadece birkaç santimetre uzunluğunda olabilirdi.

Ama hayır. RLS'nin aksonları, daha ünlü bir sinir olan vagus sinirinin içinde yer alır. Vagus siniri omurilikten aşağıya göğsün üst bölümüne kadar iner. RLS olarak bilinen akson altdemeti, kürekkemiğinin biraz altındaki bir seviyede omurilikten çıkar. Sol RLS aortun altından dolanarak tekrar yukarı, boyna yönelir ve sonunda gırtlağa ulaşır.

RLS'nin uzunluğu, olması gerekenin üç katıdır. Gerekmediği halde kasların ve dokuların arasından dolaşır. Kalpten çıkan büyük damarlarla olan yakın ilişkisinden ötürü kalp cerrahlarının ameliyat sırasında bu sinire çok dikkat etmesi gerekir.

Bu anatomik garabet antik Yunan çağı hekimi Galen'in zamanından beri biliniyor. Bu dolambaçlı yolun işlevsel bir sebebi var mı? Bildiğimiz kadarıyla yok. Nitekim tam da öngördüğümüz yolu takip ederek gırtlağa ulaşan bir başka sinir daha var: üst gırtlak siniri. Tıpkı RLS gibi, daha büyük bir demet olan vagus sinirinden dallanan bu altdemet, beyinsapının hemen altında omurilikten ayrılır ve kısa yoldan gırtlağa ulaşır. Temiz iş.

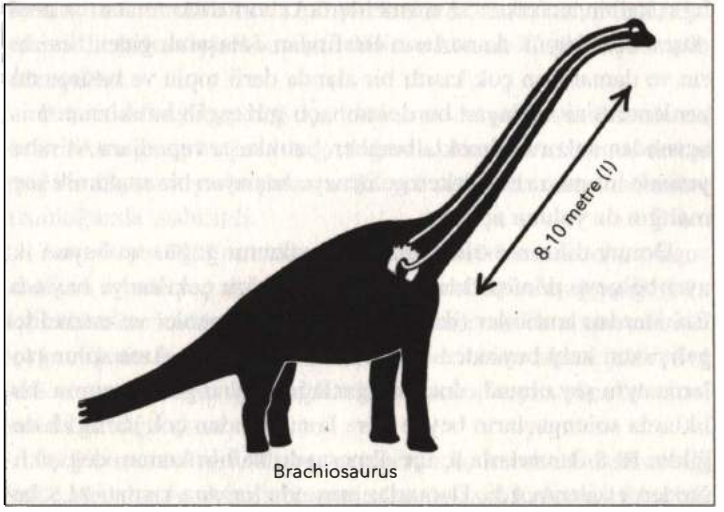
O halde RLS neden bu uzun, ıssız yoldan geçer? Yanıt yine kadim evrimsel geçmişimizde saklı. Günümüz omurgalılarının hepsinde bulunan bu sinir, çok eski çağlarda balıklarda ortaya çıktı. Gelgelelim balıklarda gerçek anlamda bir boyun yoktur, beyin küçüktür, akciğer bulunmaz ve kalp bizdeki gibi bir pompadan çok kaslı bir hortumu andırır. Dolayısıyla balığın genellikle solungaçların arkasındaki alanda bulunan merkezi dolaşım sistemi insandakinden oldukça farklıdır.

Balıklarda bu sinir omurilikten öngörülebilir, verimli ve kısa bir yol izleyerek solungaçlara ulaşır. Ne var ki yolu üzerinde ba-

lığın kalbinden çıkan ve memelilerdeki aort dallanmalarına denk düşen bazı büyük damarların etrafından dolaşarak gider. Sinirlerin ve damarların çok kısıtlı bir alanda derli toplu ve basitçe düzenlenmesini sağlayan bu dolambaçlı güzergâh balık anatomisi açısından anlamlı olmakla beraber, balıklar tetrapodlara ve nihayetinde insanlara evrilirken gelişmeye başlayan bir anatomik saçmalığın da yolunu açmıştı.

Omurgalıların evrimi sırasında, vücutta göğüs ve boyun iki ayrı bölgeye dönüşürken kalp geriye doğru çekilmeye başladı. Balıklardan amfibiler (ikiyaşayışlılar), sürüngenler ve memeliler gelişirken kalp beyinden milim milim uzaklaştı. Ama solungaçlarda aynı şey olmadı. İnsanda gırtlağın beyne göre konumu, balıklarda solungaçların beyne göre konumundan çok da farklı değildir. RLS damarlarla iç içe olmasaydı, kalbin konum değişikliğinden etkilenmezdi. Damarlar arasında kapana kısılan RLS beyinden boyna ulaşabilmek için büyük bir U dönüşü yapmak zorunda kaldı. Belli ki evrimin, bu sinirle aort arasındaki dolanıklığı çözmek için sinirin embriyonik gelişimini yeniden programlamasının kolay bir yolu yoktu.

Sonuç olarak RLS insanda boyun ve göğsün üst kısmında uzun, gereksiz bir dönüş yapar. Bu o kadar da büyütülecek bir mesele değilmiş gibi görünse de bütün tetrapod omurgalıların ortak bir atadan, kemikli balıklardan miras alınmış aynı anatomik düzenlenmeye mahkûm olduğunu unutmayın. Devekuşunda RLS, alt tarafı iki-üç santimetrelik bir yol izlemesi gerekirken omurilikte neredeyse bir metre aşağıya indikten sonra, boyna varmak için geri dönüp tekrar bir metre mesafe kat eder. Zürafada RLS'nin uzunluğu beş metreyi bulabilir! Hiç şüphesiz bu uzunluk *Apatosaurus, Brachiosaurus* ve diğer sauropodların RLS'siyle kıyaslandığında solda sıfır kalır.[4] Onlarınkine göre pek kısa kalan RLS'mize o kadar da haksızlık etmeyelim.



Sol rekürren laringeal sinir (RLS) bütün omurgalılarda aortun altından döner. O nedenle sauropod dinozorların RLS'si herhalde inanılmaz uzundu.

Başa Bela Boyun Ağrıları

Kaçak sinir insan boynundaki sorunlardan sadece birisi. Aslına bakılırsa boynumuz hepten felaket durumda. Her şeyden önce çok zayıf bir koruması var, özellikle de diğer önemli bölgelerin korumasıyla kıyaslandığında. Boynun hemen üzerinde beyin travmaya epeyce dayanıklı, kalın, sert bir muhafaza içinde yer alır. Boynun altındaysa kalp ve akciğerler sağlam bir göğüs kemiğine tutunan güçlü ama esnek bir göğüskafesi tarafından korunur. Evrim, beyni ve kalp-akciğer sistemini korumak için epey zahmete girmiş ama aralarındaki bağlantıları tamamen savunmasız bırakmıştır. (İç organlarımızı da korumasız bırakmış ama bu başka bir hikâye.)

Bir insanın çıplak elleriyle beyninize ya da kalbinize zarar vermesi çok zordur, ama boynunuzu tek hareketle kırabilir. Bu zafiyet insana özgü olmasa da insanın özel bazı sorunları vardır. Ör-

neğin çevirme ya da döndürme gibi boyun hareketlerinde son derece başarılı olan omurlar aynı zamanda kolayca yerinden oynar. Havayı akciğerlere taşıyan soluk borusu boynun önünde ince bir deri tabakasının altında bulunur ve künt uçlu bir alet kullanılarak azıcık kuvvetle dahi yırtılabilir. İnsan boynu dillere destan bir hassasiyet abidesidir.

Boynun daha da temel bir kusuru, ağızdan boynun yaklaşık yarısına kadar uzanan ve hem sindirim hem de solunum sistemine hizmet eden tek bir boru içermesidir. Boğaz hem besin hem de hava iletir. Ne terslik olabilir ki? Bu da salt insana özgü bir sorun değildir; kuşlar, memeliler ve sürüngenlerde boğaz evrensel diyebileceğimiz bir yapı gösterir, ama bu onu daha az kusurlu kılmaz. Aslına bakılırsa bu kötü evrensel tasarım, evrimin baş etmesi gereken fiziksel kısıtlılıkları gösterir. Mutasyonlar küçük gelişmeler sağlamakta iyidir ama sıfırdan yeni bir tasarım üretemez. İleri düzeyde evrimleşmiş hayvanların çoğu besin ve havayı aynı boruyla alır. Sindirim ve solunumla ilgili anatomik yapıların birbirinden bütünüyle ayrı olması hijyen, bağışıklık savunması ve bu çok farklı iki sistemin genel idamesi açısından çok daha akla yakın olurdu. Halbuki evrim, insanlar dahil pek çok hayvan için o kadar da makul olmayan, farklı bir çözüm üretti.

Vücudumuz özellikle solunum konusunda fena halde donanımsızdır. Hava boğazdaki tek bir borudan geçer, bu boru akciğerlerde onlarca dala ayrılır. Dallar, ince bir zardan gaz alışverişinin gerçekleştiği hava keseleriyle dolu minicik kör uçlarla sonlanır. Nefes verirken çıkan hava aynı yolu ters yönde kat eder. Hava bütün bu dallarda, meddücezir gibi iki yönlü ilerlediğinden insanların *tidal solunum* yaptığı söylenir.* Bu korkunç derecede verimsiz bir iştir çünkü temiz hava girerken ciğerlerde önemli miktarda kirli hava vardır zaten. Bunların karışması, akciğerlere ulaşan havanın oksijen içeriğini seyreltir. Akciğerlerdeki bu kirli hava yükü, alınan oksijeni sınırlar; biz de, özellikle egzersiz gibi ok-

* *Tidal* İngilizcede "gelgitsel" anlamına gelir. –*y.n.*

sijen talebinin doruğa çıktığı anlarda daha derin nefes alıp vererek bu sorunun üstesinden gelmek zorunda kalırız.

İnsanların tidal solunum nedeniyle yüklendiği fazladan işi biraz abartılı biçimde hissedebilmek için bir borunun ya da hortumun içine doğru nefes alıp vermeyi deneyin. Ama fazla uzatmayın çünkü hortum bir metreden uzunsa, ne denli derin solursanız soluyun oksijensiz kalırsınız. Şnorkelle yüzdüyseniz, tidal solunumun abartılı etkilerini tecrübe etmişsinizdir. Şnorkel kullanıyorsanız, kol ve bacaklarınızı yavaşça hareket ettirerek sakin sakin yüzerken bile derin nefes alıp vermek zorunda kalırsınız. Her nefes kirli ve temiz havanın karışımıdır. Havanın kat ettiği mesafe ne kadar uzunsa her nefesin sonunda geride o kadar fazla kirli hava kalır.

Oysa solunum için çok daha iyi bir yöntem var. Birçok kuşta hava yolu solunum keselerine ulaşmadan önce çift şeritli trafik gibi ikiye ayrılır. İçeri giren hava, kirli havayla karışmaksızın doğrudan akciğerlere yönelir. Kirli havaysa ayrı bir yerde toplanıp yukarı çıkar ve soluk borusuyla ancak boğazda birleşir. Akciğerlere doğru bu tek yönlü akış her nefes alışta büyük oranda temiz havanın gelmesini sağlar. Çok daha verimli olan bu tasarım, kuşların bize göre çok daha yüzeysel bir solunum yaparak kana aynı miktarda temiz hava ulaştırabilmesini sağlar. Bu özellik kuşlar açısından kritik önem taşır çünkü uçma eylemi çok miktarda oksijen gerektirir.

Kuşkusuz, insan boğazının tasarımının getirdiği en büyük tehlike oksijensiz kalmak değil, tıkanma sonucu boğulmadır. 2014'te yaklaşık beş bin Amerikalı boğularak öldü ve vakaların çoğunda sebep soluk borusuna yemek kaçmasıydı. Havayı ve gıdayı ayrı girişlerden alabilseydik asla böyle olmazdı. Setaselerde (balina ve yunuslar), hava iletimi için önemli bir yenilik olan hava deliği bulunur. Birçok kuş ve sürüngendeki üstün tasarım sayesinde burun delikleri havayı boğazla birleşmeksizin doğrudan akciğerlere iletir. İşte bu yüzden yılanlar ve bazı kuşlar kallavi bir yemeği mideye indirirken dahi nefes almaya devam edebilir. İnsanlarda ve

diğer memelilerde böyle bir aygıt bulunmaz; yutarken anlık da olsa nefes almayı bırakmak zorunda kalırız.

İnsan şaşkınlık ânında içgüdüsel olarak aniden kısa bir nefes alma şeklinde bir fiziksel tepki verir. Bu tepkinin bize pek faydası olmadığı gibi boğazımız sırf bu açıdan bile başlı başına bir kötü tasarım örneğidir. Korktuğunuzda ya da şaşırtıcı bir haber aldığınızda çok miktarda havayı aniden ve kuvvetle içinize çekmenizin size ne gibi bir faydası olabilir ki? Faydası olmadığı gibi o anda ağzınızda yiyecek içecek varsa başınıza ciddi iş açabilir.

Soluk borusuna yabancı cisim kaçma riski her ne kadar bütün memeliler için söz konusuysa da türümüzün boyun anatomisinin yakın zamanda geçirdiği bazı evrimsel değişikliklerden ötürü insanlar tıkanma sonucu boğulmaya özellikle meyillidir. Diğer kuyruksuz maymunlarda gırtlak, bizdekine göre boyun bölgesinde çok daha aşağıdadır. Bu tasarım, boğazın daha uzun olmasına olanak tanır ve yutma kaslarına işini yapması için daha fazla alan bırakır. Memelilerin hepsinde yutma sırasında epiglot adı verilen kıkırdak yapılı bir kapağın soluk borusu girişinin üstünü örtmesi gerekir; böylece lokma akciğerlere değil, mideye yönlendirilir. İşler genellikle yolunda gider elbette ama bazen de gitmez; üstelik yakın geçmişte insanda ses telleri yukarıya kayarak boğazın kısalmasına ve hassas yutma dansının icra edildiği alanın daralmasına sebep olmuştur.

Çoğu biliminsanı gırtlağın insanda ses çıkarma yetisini güçlendirmek için boynun yukarısına doğru yer değiştirdiğine inanıyor. Daha sığ bir boğaz, insana yumuşak damağını diğer kuyruksuz maymunların yapamadığı biçimlerde bükme imkânı tanır ve ses çıkarabilmek için çok daha zengin bir araç gereç takımı sunar. Nitekim günümüz dünya dillerindeki birçok ünlü harfin seslendirilmesi türümüze özgü boğaz yapısıyla mümkündür. Hatta gırtlağın arka tarafını büzerek sadece insanların çıkarabildiği, birçok Sahraaltı Afrika dilinde standart olan özel bir ses vardır. Boğazımızın sadece ya da büyük ölçüde bu sesi çıkarabilmek üzere evrimleştiğini iddia etmek biraz abartılı kaçsa da, genizden gelen bu

şaklama, gırtlağın yavaş yavaş yükselmesi sonucunda çıkarılması mümkün hale gelen çeşitli seslerden biriydi.

Fakat bu benzersiz ses becerilerinin bir bedeli vardır. Gırtlağın yükselmesi boğazın daralması anlamına gelir ve yutma işlemini hataya çok daha meyilli hale getirir. Bebeklerin minik boğazında, bu basit eylemin gerektirdiği karmaşık ve eşgüdümlü kas kasılmaları için fazla yer bulunmadığından yutma gerçekten de tehlikeli olabilir. Bebek ya da küçük çocuk bakmış olan herkes, yiyip içerken boğazlarına sürekli bir şeyler kaçtığını iyi bilir ama diğer hayvanların yavrularında bu pek görülmez.

Yutma, evrimin sınırlamalarına iyi bir örnektir. İnsan boğazı, evrimin temel mekanizması olan rasgele mutasyonun bu gibi temel kusurları tersine çevirebilmesi için fazla karmaşıktır. Hava ve besini aynı borudan almak gibi saçma bir düzenlemeyi kabullenmekten başka şansımız yok.

En basit insani etkinliklerden biri olan iki ayak üzerinde yürümeyle ilgili tasarım kusuruysa farklı bir evrimsel dinamikle açıklanabilir. Burada mesele evrimin sorunu *çözememesi* değil, en azından şimdiye kadar çözmemiş olmasıdır. Adaptasyon eksikliğine bağlı olan bu sorunun en açık seçik görüldüğü yer insan dizidir.

El Desteğiyle Yürüyenler

Diğer bütün primatlar dört ayak üzerinde yürüdükleri halde insanlar iki ayak üzerinde yürür; buna bipedalizm denir. Gorilleri, şempanzeleri ve ağaçta sallanmadıklarında orangutanları izlerseniz ayaklarını ve el parmaklarının dış yüzünü kullanarak sallana sallana yürüdüklerini görürsünüz. Tabii ki iki ayak üzerinde kısa süre beceriksizce yürüyebilirler ama bu onlar için rahat bir yürüyüş değildir, ayrıca pek başarılı oldukları da söylenemez. Oysa insan anatomisi, çoğunlukla bacaklar, pelvis (leğen) ve omurgadaki değişiklikler yoluyla türümüzün dik durmasını destekleyecek şekilde evrimleşti. İki ayak üzerindeki duruşumuzu şimdiye dek mü-

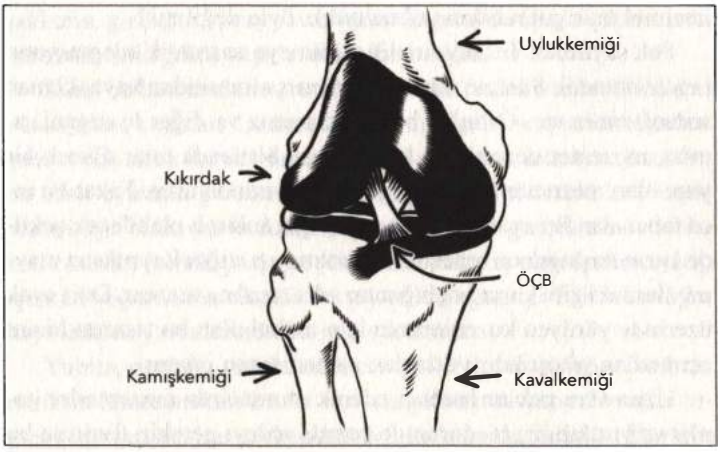
kemmel hale getirebilmiş olmalıydık, öyle değil mi?

Pek sayılmaz. İnsanların dik yürümeye anatomik adaptasyonu henüz bitmedi. Sürecin tamamlanmamış olmasından kaynaklanan sorunlarımız var. Örneğin bağırsaklarımız ve diğer iç organlarımızı, mezenter denen ince bağ dokusu bir arada tutar. Esnek bir yapı olan mezenter bağırsağı gevşekçe yerinde tutar. Fakat bu ince tabakalar, iki ayak üstünde duruş için anlamlı olabilecek şekilde karın boşluğunun tepesine asılı olmayıp, diğer kuyruksuz maymunlardaki gibi karın boşluğunun arka tarafına tutunur. Dört ayak üzerinde yürüyen kuzenlerimiz için makul olan bu tasarım bizim açımızdan yetersizdir ve zaman zaman sorun çıkarır.

Uzun süre pek az hareket ederek oturanlarda mezenterler gerilir ve yırtılabilir; bu durumda cerrahi tedavi gerekir. Evrimin bu kusuru henüz düzeltmemiş olmasının sebebi seçilim baskısının hayli düşük olmasıdır; kamyon şoförlüğü ve masabaşı işler yokken mezenter yırtıkları muhtemelen pek nadir görülüyordu. Yine de bu kötü tasarım karnımızda gereksiz bir bağ dokusu katlanmasına neden oldu.

Daha ciddi örnekler de var. Ön çapraz bağı (ÖÇB) duydunuz mu? Sporla ilgileniyorsanız duymuşsunuzdur; sporda en sık rastlanan sakatlanmalardan biri ÖÇB yırtığıdır. ÖÇB yırtığı muhtemelen en sık futbolda görülmekle birlikte beyzbol, Amerikan futbolu, basketbol, atletizm, jimnastik ve tenis gibi vücudu zorlayan, hızlı manevra gerektiren bütün sporlarda gelişebilir. Dizin ortasında bulunan ÖÇB uylukkemiğini (femur), kavalkemiğine (tibia) bağlar ve dizkapağının (patella) altında, eklemin derinlerinde yer alır. Üst ve alt bacağı bir arada tutma işinin büyük bölümünü bu bağ üstlenir.

İnsanlarda ÖÇB yırtılmaya meyillidir çünkü iki ayak üzerinde durmamız bu bağı, kaldırabileceğinden çok daha fazla baskıya dayanmak zorunda bırakır. Dörtayaklılarda koşma ve sıçramanın yarattığı baskı dört bacağa dağılır ve bu baskının çoğunu bacak *kasları* soğurur. Fakat atalarımızın iki ayak üzerinde yürümeye başlamasından sonra baskı dört yerine iki bacağa dağıldı. Bu baskı kas-



İnsan dizindeki kemikler ve bağlar; dizkapağı, ön çapraz bağı (ÖÇB) göstermek için kaldırılmıştır. İki ayak üstünde durmaya tam adaptasyon sağlayamamış olmamız, bu görece ince bağı, kaldırabileceğinden çok daha fazla baskıya dayanmak zorunda bıraktı. O nedenle insanlarda, özellikle de atletlerde, ÖÇB yırtığı bu denli sık görülür.

ların tek başına kaldıramayacağı kadar fazla olduğundan vücudumuz bacak kemiklerini seferber etti. Sonuç olarak insan bacağı, darbe etkisinin çoğuna kasların değil kemiklerin dayanmasını sağlayacak biçimde düzleşti. Ayakta duran bir insanla bir kuyruksuz maymunu karşılaştırın: İnsan bacakları bir hayli düzken, kuyruksuz maymununkiler yay şeklinde ve genellikle bükülüdür.

Bu düz bacak yapısı normal yürüme ve koşma sırasında sorun çıkarmaz. Ama ani yön ve hız değişimlerinde, sözgelimi koşarken birdenbire durduğunuz ya da hızla keskin bir dönüş yaptığınız zaman dizler bu ani ve yoğun baskıyı yüklenmek zorunda kalır. Bazen ÖÇB, dönen ya da birbirinden uzaklaşan bacak kemiklerini bir arada tutacak kadar güçlü olmayabilir ve yırtılır.

Bu da yetmezmiş gibi, türümüzün ağırlığı giderek arttığı için ÖÇB'nin bu ani değişimlerde baskıya dayanması daha da zorlaşıyor. Bu durum özellikle, eskisine göre çok daha kilolu olan ve

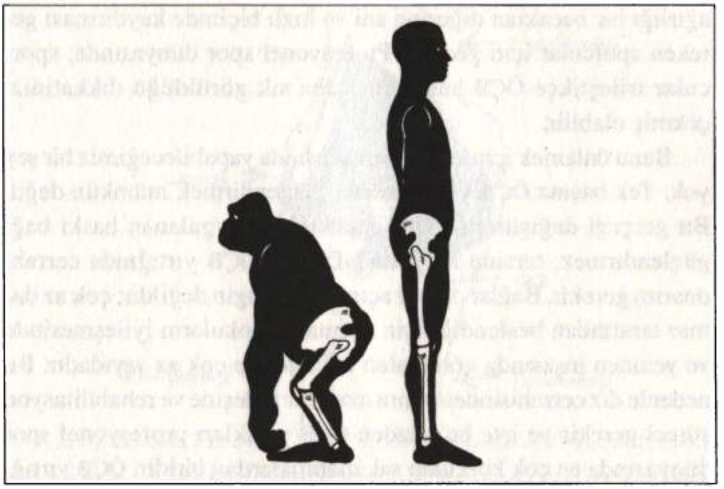
ağırlığı bir bacaktan diğerine ani ve hızlı biçimde kaydırması gereken sporcular için geçerli. Profesyonel spor dünyasında, sporcular irileştikçe ÖÇB hasarının daha sık görüldüğü dikkatinizi çekmiş olabilir.

Bunu önlemek için kilo vermek dışında yapabileceğimiz bir şey yok. Tek başına ÖÇB'yi egzersizle güçlendirmek mümkün değil. Bu gerçeği değiştiremeyiz. Tekrar tekrar uygulanan baskı bağı güçlendirmez, tersine zayıflatır. Dahası ÖÇB yırtığında cerrahi onarım gerekir. Bağlar damar açısından zengin değildir; çok az damar tarafından beslendiği için normalde dokuların iyileşmesinde ve yeniden inşasında görev alan hücreler de çok az sayıdadır. Bu nedenle diz cerrahisinden sonra uzun bir iyileşme ve rehabilitasyon süreci gerekir ve işte bu yüzden ÖÇB yırtıkları profesyonel spor dünyasında en çok korkulan sakatlanmalardan biridir. ÖÇB yırtığı genellikle bütün bir sezon spordan uzak kalmak anlamına gelir.

Aşil tendonu da kusurlu evrimimizle ilgili bir hikâye anlatır. Türümüzün iki ayak üstünde yürümeye geçişi sırasında hiçbir iskelet dışı yapı bu dikkat çekici tendon kadar çarpıcı bir değişim geçirmedi. Atalarımız ağırlık merkezini ayak tabanının ön kısmından topuklara doğru kaydırdıkça, baldır kasını topuğa bağlayan Aşil tendonuna daha da çok iş düştü. Bu değişime iyi yanıt veren dinamik bir bağ dokusu olarak bu tendon insan bileğinin en görünür özelliği haline geldi. Yeni rolünün getirdiği talepleri karşılayabilmek için çarpıcı ölçüde büyüyen tendon hem dayanıklılık egzersizine hem de kuvvet antrenmanına güçlenerek yanıt verir. Aşil tendonu tam bir yük beygiridir.

Ne var ki Aşil *tendonu* ayak bileğindeki gerilimin büyük bölümünü üstlenerek tabir caizse eklemin Aşil *topuğu* haline geldi. Sık görülen spor yaralanmalarından bir diğeri Aşil tendonu hasarıdır ve diğer eklemlerdekinden farklı olarak bu tendonun yedeği yoktur. Tendonun bacağın arkasında, korunmasız biçimde dış etkenlere açık olması da başka bir sorun teşkil eder.

Bu tendon hasar görürse yürümek dahi mümkün olmaz. Bütün eklem işlevinin, eklemin en hassas kısmının eylemlerine bağlı ol-



Ayakta duran bir kuyruksuz maymunla bir insanın doğal duruşu. İki ayak üzerinde dik duruşumuzdan ötürü, ayakta dururken ve yürürken ağırlığımızın çoğunu bacak kemiklerimiz taşır. Öte yandan kuyruksuz maymunların bacakları, kasların da yükü paylaşmasını sağlayacak şekilde genellikle öne bükülüdür.

ması, bu tasarımın zafiyetini tek cümlede özetler. Günümüzde bir makine mühendisi asla bu denli bariz sorun çıkaran bir eklem tasarlamazdı.

Atalarımız iki ayak üzerinde yürümeye başladığında yeni bir tasarıma kavuşan yegâne yapı diz ve ayak bileği değildi. Sırtımızın da uyum sağlaması gerekiyordu. İlginçtir ki duruşumuz dikleştikçe sırt daha *kavisli* bir hal aldı; özellikle bel, üst vücut ağırlığını pelvise ve bacaklara dengeli biçimde iletebilmek için oldukça içbükey bir şekle kavuştu. Dahası evrim bu kavisi daha da belirginleştirecek şekilde bel bölgesine birkaç kemik ekledi. Ne var ki uzun süre dik durduğunuzda bu kavis yüzünden beliniz esnemeye ihtiyaç duyar ve yorulabilir. Mesleği gereği aynı yerde saatlerce dikilerek iş yapanlar sık sık bel ağrısından şikâyet eder.

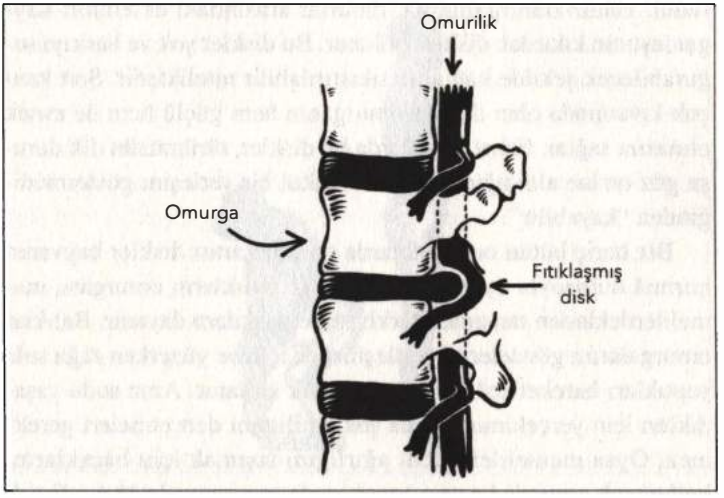
Bel yorgunluğu sırtımızla ilgili diğer sorunların yanında hafif kalır ve bu sorunların bir kısmının sebebi doğrudan tasarım kusu-

rudur. Bütün omurgalılarda, omurlar arasındaki eklemleri kayganlaştıran kıkırdak diskler bulunur. Bu diskler şok ve baskıyı soğurabilecek şekilde katı ama sıkıştırılabilir niteliktedir. Sert kauçuk kıvamında olan diskler omurganın hem güçlü hem de esnek olmasını sağlar. Fakat insanlarda bu diskler, türümüzün dik duruşu göz önüne alındığında pek de makul bir yerleşim göstermediğinden "kayabilir".

Biz hariç bütün omurgalılarda omurlar arası diskler hayvanın normal duruşuyla uyumludur. Örneğin balıkların omurgası, memelilerdekinden tamamen farklı türde baskılara dayanır. Balıklar omurgalarını gövdelerini sertleştirmek için ve yüzerken sağa sola yaptıkları hareketlerde dayanak olarak kullanır. Ama suda yaşadıkları için yerçekimini ya da şok emilimini dert etmeleri gerekmez. Oysa memeliler vücut ağırlığını taşımak için bacaklarını kullanmak zorundadır ve o bacaklar da omurgaya bağlıdır. Farklı memelilerin duruşları birbirinden farklı olduğundan, omurga aracılığıyla ağırlığı dağıtmak için farklı stratejiler kullanmaları gerekir. Doğada inanılmaz bir çeşitlilik gösteren omurga yapılarının hemen hepsinde omurlar arası diskler hayvanın duruşuna ve yürüyüşüne adapte olmuştur. Ama bizimkinde öyle değildir.

İnsanlarda omurlar arası disklerin düzeni iki ayak üstünde yürüyenler için değil, el desteğiyle yürüyenler için en uygundur. Yine de omurlar arası eklemleri kayganlaştırma ve omurgayı destekleme işini iyi yaparlar, fakat diğer hayvanlardakine göre konumlarının dışına itilmeye çok daha yatkındırlar. Sanki dört ayak üstünde yürüyormuşuz gibi, omurgadaki eklemleri göğse doğru çekerek, yerçekimine karşı koyacak şekilde yapılandırılmışlardır. Fakat dik duruşumuzdan ötürü yerçekimi diskleri göğse doğru değil, genellikle geriye ya da aşağıya çeker. Bu istikrarsız basınç zaman içinde kıkırdakta çıkıntılar yaratır. Buna disk fıtıklaşması ya da daha sık bilinen adıyla "disk kayması" denir. Bizim dışımızdaki primatlarda disk fıtıklaşması hemen hiç görülmez.

Atalarımız yaklaşık altı milyon yıl önce iki ayak üstünde yürümeye başladılar. Bu, diğer kuyruksuz maymunlardan ayrılırken



İnsan omurgasında kıkırdak diskin fıtıklaşması. Atalarımız daha dik bir duruşa geçerken omurganın bel bölgesi keskin biçimde kavislenmiştir. Omurlar arası kıkırdak disklerin yerleşimi, bel kavisini artıran dik duruşa uygun olmadığından bazen disk "kayar" ve ağrıya neden olur.

geçirdikleri ilk fiziksel değişimlerden biriydi. Anatomimizin değişime ayak uydurup bu adaptasyonu tamamlamaya zaman bulamamış olması çok şaşırtıcı değilse bile insanı biraz hayal kırıklığına uğratıyor. Neyse ki en azından sırtımızdaki bütün kemikleri kullanıyoruz. Daha önce bahsettiğimiz gibi, insanlar iki ayak üzerinde duracak şekilde evrilirken belimize birkaç kemik eklendi. Anlaşılan evrim gerektiğinde kemikleri kopyalayabiliyor. Ama artık ihtiyaç duyulmayan kemikleri ortadan kaldırma konusunda o kadar da başarılı görünmüyor.

Bıçak Kemiğe Dayanınca

İnsan vücudunda gereğinden fazla kemik var. Bu kusur bize özgü değil. Doğada, ihtiyaç duymadığı kemikleri, bükülmeyen eklemleri, hiçbir yere bağlanmayan yapıları ve var olmalarına değmeye-

cek kadar çok sorun yaratan uzantıları olan hayvanlardan bol bir şey yok. Çünkü embriyonik gelişim son derece karmaşık bir süreç. Bedenin biçimlenmesi için binlerce genin zaman ve mekânla mükemmel bir eşgüdüm içinde, belli bir sırayla etkinleşmesi ya da tam tersi etkisiz hale gelmesi gerek. Sözgelimi artık ihtiyaç duyulmayan bir kemiği düğmeye basıp ortadan kaldıramazsınız. Yüzlerce, belki binlerce düğmeye basmak *ve* bunu aynı genler tarafından inşa edilen binlerce başka yapıyı bozmadan yapmak gerekir. Doğal seçilimin bu düğmelere, daktilo başındaki şempanze misali, rasgele bastığını da unutmayın. Yeterince beklerseniz şempanze bir sone yazar ama bu gerçekten de uzun bir bekleyiş olur. Bunun anatomik sonucuysa ağır bir yükü sırtlanmaktır.

İnsanlardaki en çarpıcı anatomik ihtiyaç fazlası iskeletimizdedir. El bileğini ele alalım. Becerikli bir eklem olduğuna hiç şüphe yok. Koldan başlayıp elde belli yerlere ulaşan damarlara, sinirlere ve diğer bağlantılara rağmen bilek bütün rotasyonel düzlemlerde 180 dereceye yakın dönebilir. Fakat olması gerekenden çok daha karmaşık bir yapısı vardır. El bileğinde, önkoldaki iki kemik ve eldeki beş kemik dışında *sekiz* farklı kemik bulunur. Sadece bileğin kapladığı küçücük alana, birbirinden ayrı tam *sekiz* kemik, ne işe yaradığı belirsiz bir taş yığını gibi sıkıştırılmıştır.

El bileği kemikleri bir bütün olarak işe yarar ama aslında hiçbiri tek başına iş görmez. Siz elinizi oynatırken onlar oldukları yerde durur. Kol kemiklerini karmaşık bir bağ ve tendon sistemiyle el kemiklerine bağladıkları doğru ama bu düzenleme inanılmaz ölçüde karmaşık ve gereksizdir. Yedeğin bulunması, zavallı Aşil tendonu örneğinde gördüğümüz gibi arzulanan bir şey *olabilir* ama kemiklerde durum böyle değil. Fazladan kemikler tendonlar, eklem bağları ve kaslar için daha çok bağlantı noktası gerektirir. Bu bağlantı noktalarının her biri, zorlanma ya da (ÖÇB'de olduğu gibi) sakatlığa sebep olabilecek yırtılma potansiyeli taşıyan birer zayıf halkadır.

Vücudumuzda harikulade tasarıma sahip eklemler var; ilk akla gelenler omuz ve kalça eklemleri. Ama el bileği öyle değil. Ak-

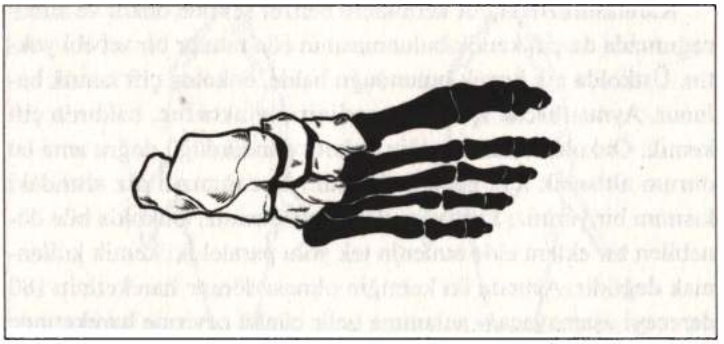
lı başında hiçbir mühendis, bu denli çok sayıda hareketli parçadan oluşan bir eklem tasarlamaz. Böyle bir tasarım mevcut yeri tıka basa doldurur ve hareket açıklığını kısıtlar. Makul bir tasarımda el bileği ele, parmakları kola değdirecek kadar geriye bükebilmemize izin veren tam bir hareket açıklığı tanırdı. Ama bunu yapamayız elbette. Kemik fazlalığı el bileğinin bükülmesini *kolaylaştırmadığı* gibi aksine *kısıtlar.*

İnsanda ayak bileği de el bileğindekine benzer bir kemik yığınından mustariptir. Ayak bileği, çoğu hiçbir amaca hizmet etmeyen yedi kemik içerir. Devamlı ağırlık taşıdığı ve tüm vücudun hareketinde merkezi rol üstlendiği düşünüldüğünde, ayak bileğine el bileğinden daha fazla iş düştüğü kesin. Tam da bu yüzden daha basit bir eklem bizim için daha iyi olurdu. Ayak bileğindeki birçok kemik birbirine göre hareket etmediği için, eklem bağlarıyla birbirine bağlanmak yerine tek ve kaynaşmış bir kemik olsaydı daha iyi işlev görürdü. Böyle basit bir yapısı olsaydı ayak bileği çok daha sağlam olurdu ve mevcut riskler ortadan kalkardı. Ayak bileğinde dönme ve burkulmaların bu denli sık görülmesi boşuna değil: Bileğin iskelet tasarımı, arıza çıkarmaktan başka işi olmayan bir keşmekeştir.

El bileği ve ayak bileği kemikleri işe yaramayan kemiklere verilebilecek en iyi örnekler ama vücudumuzda böyle başka kemikler de var. Örneğin kuyruksokumu kemiği.

Omurganın en uçtaki parçası olan koksiks, son üç (bazen de dört veya beş) omurun kaynaşarak oluşturduğu C şeklinde bir yapıdır. Omurganın bu parçası insanlarda işlevsizdir. Herhangi bir şeyi korumaz; omurlar tarafından korunan omurilik, koksiksin başladığı yerden çok daha yukarıda sonlanır. Evrim sırasında işlevini yitirerek küçülmüş bir yapı olan koksiks kuyruklu atalarımızdan miras bir kalıntıdır.

Primatların çoğu dahil hemen hemen bütün omurgalıların kuyruğu vardır. Büyük kuyruksuz maymunlar nadir bir istisna olsalar da onlar bile embriyonik yaşamlarına belirgin bir kuyrukla *başlar.* Kuyruk sonunda küçülür; gebeliğin yirmi bir ila yirmi ikinci haf-



İnsan ayak bileğindeki yedi kemik (beyaz renkli) birbirlerine göre hareketsizdir. Hiçbir mühendis bu kadar çok parçalı bir eklem tasarlamaz, onun yerine bu parçaları birleştirirdi. İnanılmaz ama çoğu insan bu karman çorman düzenlemeyle gayet iyi idare eder.

tasında kuyruk kalıntısı işe yaramaz koksiskse dönüşür. Hatta dorsal sakrokoksigeal kas denen minik bir kas kalıntısı koksikse tutunur. Bu kas, kemikler kaynaşmamış olsaydı koksiksi hareket ettirebilirdi. İşe yaramaz bir grup kemik için işe yaramaz bir kas.

Koksiks, etrafındaki kaslarla bazı bağlantılarını kaybetmemiştir. Ayrıca arkaya yaslanma ya da oturma pozisyonunda epey yük taşır. Ama hasara uğradığı için ya da kanser nedeniyle kuyruksokumu kemiği ameliyatla alınan nadir hastalarda uzun vadede herhangi bir komplikasyon gelişmez.

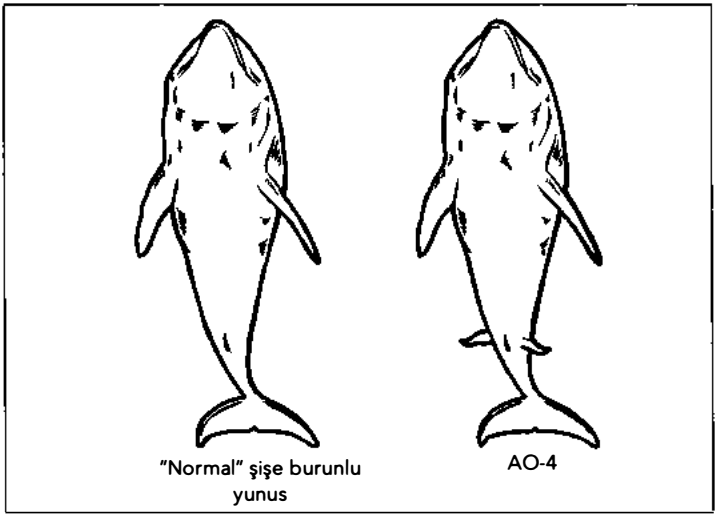
Diğer omurgalılarda olduğu gibi insanda da kafatası, çocukluk çağında kaynaşarak tek bir yapı oluşturan garip bir kemik karmaşasıdır. Ortalama bir insan kafatasında yirmi iki (kimilerinde daha fazla!) kemik bulunur ve bunların birçoğu çiftler halindedir. Yani kafatasındaki kemikler genellikle sağlı sollu ikişer tanedir. Örneğin sağ ve sol altçene kemikleri ortada birleşir; üstçene kemikleri de birleşerek damağı oluşturur. Bu gereksiz bolluğun aşikâr bir sebebi yoktur. Kolların ayrı yapılar halinde bulunması mantıklı olmakla birlikte aynı şey üst dudağın altındaki kemikler için söylenemez.

Kafatasımızdaki çift kemiklere benzer şekilde önkol ve altbacağımızda da çift kemik bulunmasının elle tutulur bir sebebi yoktur. Üstkolda tek kemik bulunduğu halde, önkolda çift kemik bulunur. Aynısı bacak için de geçerlidir: uylukta tek, baldırda çift kemik. Önkoldaki iki kemiğin önkolu döndürdüğü doğru ama bu durum altbacak için geçerli değildir. Bacağınızın diz altındaki kısmını bir yerinizi kırmadan döndüremezsiniz. Önkolda bile dönebilen bir eklem elde etmenin tek yolu paralel iki kemik kullanmak değildir. Aslında iki kemiğin olması dönme hareketinin 180 dereceyi aşamayacağı anlamına gelir çünkü çevirme hareketinde kemikler kaçınılmaz olarak birbirine çarpar. Omuz ve kalça eklemiyle kıyaslayacak olursak, bu iki eklem çift kemik yapısında olmadıkları halde, dönme hareketini dirsek eklemine göre çok daha iyi yapar. Bizim saçma kemik yapımızı taklit eden bir robot kolunu kimse tasarlamaz.

İnsan anatomisinin güzel olduğuna hiç şüphe yok. Ortama adaptasyonumuz çok iyi ama *mükemmel* değil. Ufak tefek kusurlarımız var. Atalarımızın avcı-toplayıcı hayatı daha uzun sürseydi, aşıların ve cerrahinin kullanıldığı modern çağa daha geç girseydik, belki de evrim insan anatomisini mükemmelleştirmeye devam edecekti. Gerçi diğer bütün ortamlar gibi o ortam da öylesine dinamikti ki evrim muhtemelen mevcut kusurlarımızı başka kusurlarla kapatma yoluna giderdi. Evrim kesintisiz bir süreçtir ve asla tamamlanmaz. Evrim ile adaptasyon, yoldan çok koşu bandında koşmaya benzer: Soyumuzun tükenmemesi için *mecburen* adapte olmaya devam ederken aslında hiçbir yere varmadığımız hissine kapılabiliriz.

Bitirirken: Yunusun Arka Yüzgeçleri

Her ne kadar insan olarak fuzuli kemiklerden payımıza düşeni almış olsak da, kalıntı yapılar ve fazladan kemiklerin daha bariz örneklerini taşıyan başka pek çok hayvan var. Örneğin bazı yılan türleri, bacaklarını çağlar önce kaybetmiş oldukları halde minik



Tipik bir yunusun (solda) ve AO-4 adlı yunusun (sağda) "arka yüzgeçleri". Minicik olması dışında iyi şekillenmiş olan bu yüzgeçler muhtemelen arka yüzgeçlerin kaybolmasına yol açan önceki bir mutasyonun yaptığını tersine çeviren bir spontane mutasyonu yansıtıyor. Canlının geçmişteki durumuna "spontane geri dönüşüyle" sonuçlanan bu tür nadir örnekler, rasgele mutasyonlar yoluyla adaptasyonların nasıl geliştiğini anlamamızı sağlar.

bir pelvis kalıntısı taşır. Bu gereksiz pelvis kalıntısı hiçbir yapıya bağlanmaz ve işlevsizdir. Ama hayvana zarar da vermez; eğer verseydi doğal seçilim bu kalıntıları vücut planından silip atardı. Ayrıca çoğu balinada da pelvisin iç kalıntıları vardır; kırk milyon yıldan uzun zaman önce okyanusa dönmüş olan bacaklı atalarından miras kalmış belli belirsiz bir izdir bu. Ataları deniz yaşamına geri döndüğünde ön üyeleri zamanla göğüs yüzgeçlerine dönüşmüş, buna karşılık arka üyeler silinip gitmiştir.

2006'da Japon balıkçılar yok denecek kadar küçük arka yüzgeçleri olan bir yunus buldular.[5] Daha sonra AO-4 adı verilen bu nadir rastlanan yunus sergilenmek ve incelenmek üzere Taiji Balina Müzesi'ne gönderildi.

Minik ama tam şekillenmiş bir çift arka yüzgeci olan bir yu-

nusun keşfedilmesi, tek bir mutasyonun gelişim sırasındaki gücünü ortaya koyar. Bu örnekte, rasgele bir mutasyon önceki bir mutasyonun etkisini tersine çevirmişti. Tabii ki bunlar aynı yere iki kez yıldırım düşmesi kadar nadir rastlanan olaylar ama karşımıza çıktıklarında bize verdikleri bilgi çok önemli. Bu kitabı yazdığım sırada AO-4'teki değişimden sorumlu mutasyon kesin olarak belirlenmemişti ama bilimsel sürek avı devam ediyor.

Görünen o ki arka yüzgeçlerin silinmesi yavaş yavaş küçülmeyle olmamış. Tek bir mutasyon son darbeyi vurup bu yüzgeçlerin tamamen kaybolmasına yol açmış. Türümüzün dik durmak için daha çok sayıda omura ihtiyaç duyduğu sıralarda beldeki omurların ikilenmesinden de benzer şekilde "yüksek etkili" mutasyonların sorumlu olduğu neredeyse kesin. İnanmıyor musunuz? Hemen her gün, fazladan ama tam gelişmiş ve işlevsel el ya da ayak parmağı olan insanlar dünyaya geliyor. Ellerimizde on iki parmak olması evrimsel geçmişimizde bize büyük bir avantaj sağlasaydı, bahse girerim bugün herkes on iki parmaklı olurdu. Embriyonik gelişme açısından önem taşıyan genlerin etkileri çok uzun vadeli olduğundan, doğru noktayı etkileyen mutasyonlar önemli anatomik yeniden düzenlemelere yol açabilir. Bu yeniden düzenlemeler rasgeleliğinden ötürü genellikle zararlı doğumsal kusurlarla sonuçlanır. Fakat evrimsel zaman ölçeğinde konuştuğumuzda, akıl almaz derecede nadir görülen olayların gerçekleşmesi mümkündür.

AO-4'tekine benzer mutasyonlar, normalde bir hayvanın geçmişini örten evrimsel perdeyi kaldırır. Evrimin mutasyon aracılığıyla yönlendirmelerinin etkisi bazen çarpıcı sonuçlarla tersine çevrilebilir. Bize hep evrimin yavaş ve istikrarlı bir süreç olduğu hatırlatıldığından, normalde onu ani değişimlerle bağdaştırmayız. AO-4 ise bize zaman zaman bunun olabileceğini hatırlatıyor.

2

Muhtaç Diyetimiz

İnsanlar niye diğer hayvanlardan farklı olarak C ve B_{12} vitamini içeren besinler almak zorunda? Bol miktarda demir aldıkları halde niye çocukların ve gebe kadınların neredeyse yarısı anemik? Neden hepimiz eninde sonunda kalsiyum eksikliği çekeriz? Ve daha fazlası...

BİR KİTAPÇIDA ya da kütüphanede dolaşırken yiyecekler ve yeme üzerine raflar dolusu kitapla karşılaşırsınız. Yemek pişirmenin tarihçesi, egzotik ve geleneksel mutfaklar, yemek kitapları ve elbette revaçta olan diyetlerle ilgili kılavuzlar ve elkitapları.

Yememiz gereken onca çeşit gıda bize sürekli hatırlatılır. Yeterince sebze yemelisiniz. Meyveleri unutmayalım. Dengeli bir kahvaltı şart. Bol bol lif almak lazım. Et ve kuruyemiş protein açısından önemli. Omega-3 yağ asitlerini de ihmal etmeye gelmez. Süt ürünleri kalsiyum açısından önemli. Yeşil sebzeler ise magnezyum ve B vitaminleri açısından yaşamsal. Hep aynı şeyleri yiyerek sağlıklı olamazsınız. Vücudunuzun ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin hepsini alabilmek için diyetiniz çeşitlilik göstermeli.

Bir de takviye ürünler var tabii. Günümüzde çoğu biliminsanı takviye ürün endüstrisinin göz boyama olduğunu düşünüyor (evet lafım size bitkisel takviyeler), ama bu hapların ve tozların birçoğu, sağlığımızı korumak için belli bir oranda tüketmemiz gereken elzem (esansiyel) vitamin ve mineralleri içerir. Kimi insanlar almaları gereken her şeyi beslenme yoluyla alamaz; hatta ihtiyaç duyduğu her şeyi alanlarda bile emilim her zaman yeterli olmaya-

bilir. O nedenle bazen birazcık takviye gerekir. Örneğin süt içmemiz gerektiği söylenir çünkü süt kendi başımıza yeterli miktarda üretemediğimiz kalsiyum ihtiyacımızı karşılar.

Onca çeşitlilik gerektiren diyetimizi, süt veren ineklerinkiyle kıyaslayalım. İnekler hemen hemen sadece ot yiyerek yaşar. Uzun ve sağlıklı bir hayat sürer, leziz süt ve gıda içeriği zengin et üretirler. İnekler, insanlara tavsiye edilen baklagil, meyve, lif, et ve süt ürünlerinin o hassas karışımı olmaksızın nasıl büyüyüp gelişir?

İnekleri boş verin; evdeki kedi köpeğinize bakın. Ne kadar da basit bir diyetleri var. Köpek maması dediğiniz şey çoğunlukla et ve pirinçten ibarettir. Sebze yok. Meyve yok. Takviye vitaminler yok. Köpekler bu diyetle gayet iyi idare eder ve aşırı beslenmedikleri takdirde uzun, sağlıklı bir hayat sürerler. Hayvanlar bunu nasıl başarır? Yanıtı basit: Yemek yeme konusunda bizden daha iyi tasarlanmışlar.

İnsanların beslenme gereksinimleri hemen hemen diğer bütün hayvanlarınkinden fazladır. Vücudumuz diğer hayvanların yapabildiği pek çok maddeyi üretemez. Belli bazı besin maddelerini üretemediğimize göre bunları besinlerle almamız lazım, yoksa ölürüz. Bu bölümde hımbıl bedenlerimiz üretemediği için besinlerle almamız gereken her şeyin, sözgelimi vitaminler gibi temel maddelerin hikâyesini anlatacağız.

Skorbüt İlleti

Vitaminler, beslenme yoluyla almadığımız takdirde hastalanıp ölmemize yol açan molekül ve iyonların oluşturduğu *elzem (esansiyel) mikrobesinler* grubunda yer alır. (Diğer elzem mikrobesinler mineraller, yağ asitleri ve amino asitlerdir.) Vitaminler, hücrelerin yaşamak için ihtiyaç duyduğu en büyük moleküllerdendir.

Vitaminlerin çoğu, vücudumuzdaki kritik kimyasal tepkimeleri kolaylaştıran başka moleküllere yardım eder. Örneğin C vitamini en az sekiz enzimin yardımcısıdır ve bunlardan üçü kollajen sentezi için gereklidir. Bu enzimleri üretebilmekle birlikte C vita-

BELLİ BAŞLI VİTAMİNLER VE EKSİKLİKLERİ

VİTAMİN	DİĞER ADI	EKSİKLİĞİ
A	Retinol	A vitamini eksikliği
B_1	Tiamin	Beriberi
B_2	Riboflavin	Ariboflavinoz
B_3	Niasin	Pellegra
C	Askorbik asit	Skorbüt
D	Kolekalsiferol	Raşitizm, Osteomalazi

Besinlerle alınan belli başlı vitaminler ve bunların eksikliğinden kaynaklanan hastalıklar. İnsanlar epey çeşitlilik gösteren bir beslenme biçimiyle yaşamaya adapte olduklarından, artık kendi başımıza yeterli miktarda sentezleyemediğimiz bütün mikrobesinleri elde edebilmek için zengin bir diyete ihtiyacımız var.

mini olmadan kollajen yapamayız. Enzimler çalışmadığı zaman hastalanırız.

C vitamininin *elzem* olarak adlandırılması önemli olmasından değil, bu vitamini besinlerle almak zorunda olmamızdan kaynaklanır. Bütün vitaminler insan sağlığı için önemli hatta hayatidir. Fakat elzem olanlar kendi kendimize üretemediğimiz için dışarıdan almak zorunda olduğumuz vitaminlerdir.

Vücutta önemli işlevler üstlenen, C vitamini dışında başka vitaminler de vardır. Örneğin B vitaminleri besinden enerji elde edilmesine yardımcı olur. D vitamini vücuttaki kalsiyum emilimini ve kullanımını sağlar. A vitamini retinanın işlev görmesinde kritik rol oynar, E vitamininin ise dokuları, kimyasal tepkimelerin zararlı yan ürünleri olan serbest radikallerden korumak gibi çeşitli görevleri vardır.

Bu muhtelif moleküllerin ortak özelliği vücudumuzda üretilememeleridir. A, B, C, D ve E vitaminlerini K ve Q vitaminlerinden farklı kılan da budur. Son iki vitamini daha önce hiç duymadıysanız, sebebi diyet açısından *elzem* olmamalarıdır. Diğer vitaminler kadar önemli oldukları halde onları kendimiz yapabildiği-

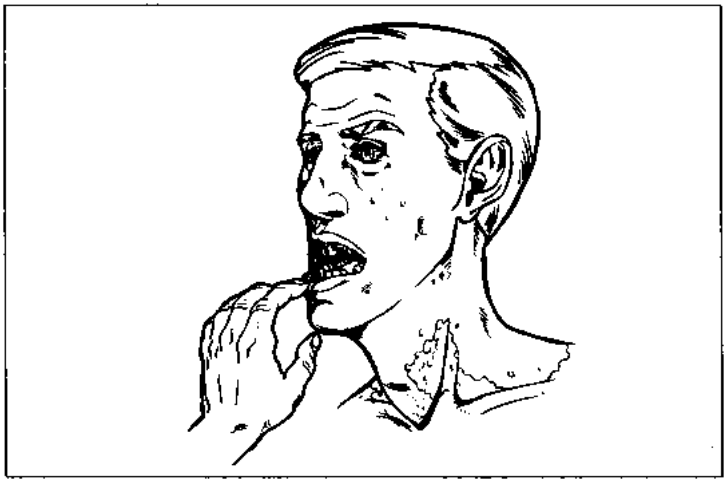
miz için besinlerle almamız gerekmez.

İnsanlar belli bir vitamini üretemedikleri ve besinlerle alamadıklarında sağlıkları gerçekten ama *gerçekten* bozulur. C vitamini bu bakımdan da iyi bir örnektir.

ABD'deki öğrenciler Amerika tarihine, on beşinci ve on altıncı yüzyıllarda Avrupalıların bu kıtaya yaptıkları keşif gezilerini öğrenerek giriş yapar. Öğrenciliğimde bize anlatılan bir hikâyeyi, denizcilerin uzun yolculuklarda skorbüte yakalanmamak için yanlarına patates ya da limon aldıklarını özellikle hatırlıyorum. Bu korkunç hastalığın C vitamini eksikliğinden kaynaklandığını artık biliyoruz. C vitamini olmadan, hücre dışı matriksin (HDM) önemli bir bileşeni olan kollajeni üretemeyiz. HDM bütün organlarımızda ve dokularımızın yapısında bulunan ve onları biçimlendiren bir mikroiskelet gibidir. C vitamini olmadığında HDM zayıflar, doku bütünlüğü bozulur, kemikler kırılganlaşır, ağız-burun kanamaları başlar ve vücudumuz adeta dağılır. Skorbüt insan vücudunun yazdığı bir distopyadır.

Peki o zaman köpekler nasıl oluyor da hiç C vitamini içermeyen et ve pirinçle beslendikleri halde skorbüte yakalanmıyorlar? Çünkü kendi vitaminlerini üretebiliyorlar. Aslında gezegenimizdeki hayvanların hemen hepsi, genellikle karaciğerlerinde C vitamini üretebilir ve bu yüzden diyetlerinde C vitamini bulunması gerekmez. İnsanlar ve diğer primatlar besinlerle C vitamini alma gereksinimi duyan neredeyse yegâne gruptur (gerçi aynı sorun kobaylar ve meyve yarasalarında da görülür). Bunun sebebi evrimsel geçmişimizin bir noktasında insan karaciğerinin bu mikrobesini üretme becerisini *kaybetmiş* olmasıdır.

C vitamini üretme becerimizi nasıl kaybettik? Aslında C vitamini sentezi için gereken bütün genlere sahibiz ama bunlardan biri mutasyona uğramış olduğundan işlevini yapamaz. *GULO* adlı bu bozuk gen C vitamini üretiminin anahtar basamaklarından birinde rol oynayan bir enzimi kodlar. Bir zamanlar primatların atalarında *GULO* geninin geçirdiği bir mutasyon onu çalışamaz hale getirdi,[1] sonrasında gelen rasgele mutasyonlarsa geni küçük ku-



Skorbütte fiziksel görünüm. Atalarımızın sentezleyebildiği ama artık beslenme yoluyla almak zorunda olduğumuz elzem bir mikrobesin olan C vitamininin eksikliği bu korkunç hastalığa yol açar.

surlarla doldurdu. Biliminsanları bu tür DNA parçalarını, işlevsizlikleriyle dalga geçercesine *psödogen* (yalancı gen) olarak adlandırır.

GULO genini insan genomunda hâlâ bulabiliriz. Gen hâlâ orada ve şifrenin önemli bir bölümü diğer hayvanlardakiyle aynı, ama mutasyona uğramış birkaç kritik yer var. Bu jisi sökülmüş bir araba gibi. Bu nesne hâlâ arabadır. Öyle olduğunu kolayca görebilirsiniz. Hatta bir terslik olduğunu anlamak için çok dikkatli bakmanız gerekir. Ama araba olarak işlevini yerine getirmez. Bozulmadan önceki haliyle neredeyse tıpatıp aynı olduğu halde tamamen işlevsizdir.

Tarihöncesine geri dönersek, *GULO* geninin de başına aynısı gelmişti. Rasgele bir mutasyon sonucu bu ji ortadan kalktı. Evrim sürecinde bu tür rasgele mutasyonlar sürekli ortaya çıkar. Bu mutasyonların genellikle bir önemi yoktur ama bazen bir geni on ikiden vururlar. Bu durum hemen her zaman kötü sonuçlanır çünkü

mutasyon genellikle genin işlevini bozar. Böyle örneklerde, genomu mutasyona uğrayan bireyler bundan olumsuz etkilenir; eğer değişiklik orak hücre anemisi ya da kistik fibroz gibi ölümcül bir genetik hastalığa neden olmuşsa olumsuzluğun boyutu çok daha ciddidir.

Bu mutasyonların en ölümcül olanları, mutasyonu taşıyanlar öldükçe, genellikle toplumdan elenir. O halde akla şu soru geliyor: *GULO* geni mutasyonu neden elenmedi? Skorbüt ölümcül bir hastalık. Bu mutasyonun hızlı ve vahim sonuçlar doğurması, zararlı hatanın tür içinde yayılmasını önlemiş olması beklenirdi.

Ama öyle olması şart değil. Ya mutasyon tamamen şans eseri, diyeti bol miktarda C vitamini içeren bir primatta ortaya çıktıysa? Zaten C vitamini yönünden zengin gıdalarla beslendiğinden, bu vitamini üretme yetisini kaybetmesi onu etkilemezdi. (C vitamini hangi yiyeceklerde boldur? Narenciyede. Narenciye en çok nerede yetişir? Tropikal yağmur ormanlarında. Peki primatların çoğu nerede yaşar? Tam isabet.)

Primatların ataları *GULO* genindeki mutasyonu tolere edebildiler çünkü diyetleri bol C vitamini içerdiğinden skorbüt onlar için sorun değildi. O zamandan bu yana, insan dışındaki primatlar daha çok yağmur ormanı ikliminde yaşayageldi. Bu habitatı tercih etmeleri, C vitamini üretememelerinin hem nedeni hem de sonucuydu. Sonuçta bir geni mutasyonla *bozmak* kolay ama *onarmak* çok daha zordur. Bu, çalışmayan bilgisayarı çalıştırmak için yumruklamaya benzer. Çalışmaya başlayabilir elbette ama bilgisayara zarar verme ihtimaliniz daha fazladır.

GULO geni zarar görmüş olan tek hayvan grubu primatlar değil. Birkaç başka hayvanda da aynı durum söz konusudur. Doğal olarak, bozuk gene tahammül edebilenlerin diyetinde bol C vitamini bulunur. Meyve yarasalarını düşünün.[2] Bu hayvanlar –haliyle– meyve yer.

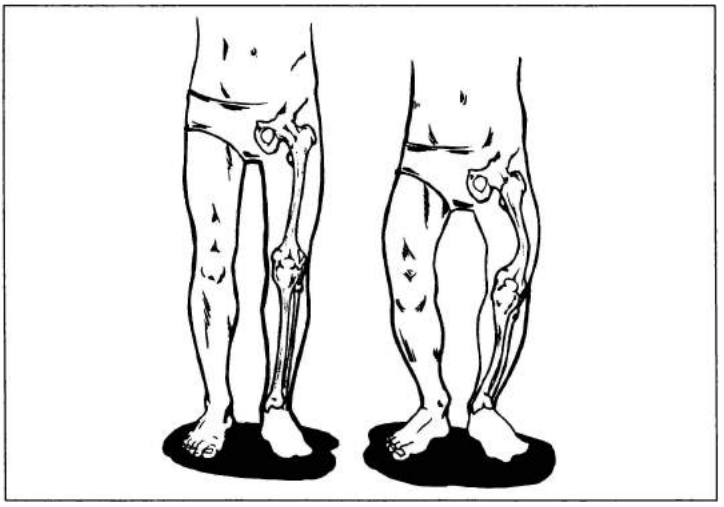
İlginçtir ki C vitamini üretme yetisini kaybetmiş diğer hayvanlarda olduğu gibi biz de beslenme yoluyla aldığımız C vitaminin emilimini artırarak açığı telafi etme yoluna gittik. Kendi vita-

minini üreten hayvanlarda gıda kaynaklı C vitamini, buna ihtiyaç olmadığından tipik olarak çok az emilir. Halbuki insanlarda gıda kaynaklı C vitamini emilimi oranı çok daha yüksektir. Fakat bol C vitamini içeren yiyeceklerle beslenmeyi öğrenmiş olmamıza ve vücudumuzun gıdalardan bu mikrobesinleri daha iyi çekebilmesine rağmen, bu işlev bozukluğunu hâlâ tam anlamıyla telafi edebilmiş değiliz. Tasarımımız hâlâ çok yetersiz. İnsanların uzak diyarlardan gelen taze gıdaya erişimi olmadığı dönemlerde skorbüt yaygın ve sıklıkla ölümcül bir hastalıktı.

Diğer elzem vitaminler de başımıza C vitamininde olduğu gibi büyük dertler açabilir. Örneğin D vitamini. D vitamininin ağızdan alınan biçimi tam aktif olmadığından karaciğer ve böbrekte işlenene dek vücudumuzda kullanılamaz. Vitaminin öncüsü, yeterli güneş ışığına maruz kalan deride üretilir ama yine de aktifleşmesi için işlenmesi gerekir. Gıda kaynaklı D vitamini ya da güneş ışığı yetersizse, genç yaşlarda raşitizm denen hastalık, daha ileri yaşlardaysa osteomalazi (kemik yumuşaması) gelişebilir. Raşitizm şiddetli ağrıya neden olur; zayıflayan kemikler kolayca kırılabilir ve yavaş iyileşir; büyüme geriliği ve iskelette şekil bozuklukları ortaya çıkar.

Her iki hastalıkta da kemiklerde şiddetli ağrıya yol açabilen kırılganlık ve şekil bozukluğu görülür. Güçlü kemikler için kalsiyuma ve gıdalardaki kalsiyumun emilimi için D vitaminine ihtiyacımız var. Tonlarca kalsiyum alsak bile yeterli D vitamini yoksa kalsiyum emilemez. (Bu nedenle süte genellikle D vitamini eklenir.)

Raşitizmin insana özgü bir hastalık olmasının çeşitli nedenleri vardır. Öncelikle, bizler giyinen ve genellikle iç mekânda yaşayan tek türüz. Her iki etken de cildin maruz kaldığı güneş ışığı miktarını azaltarak D vitamini öncüsünü yapmamıza köstek olur. Bunun tek başına bir kötü tasarım olmadığı iddia edilebilir belki ama *iyi* bir tasarım olmadığı kesin. D vitamininin çok basamaklı karmaşık aktifleşme yolağının elverişsizliği yetmezmiş gibi, öncü molekülün üretimi için güneş ışığına ihtiyaç duymamız bir pürüz daha çıkarır ve vitamin yetersizliğinin nedenlerine bir yenisini ekler.



Raşitizimde D vitamini eksikliğinin bacak kemiklerine olan etkisi. İnsanda gıda kaynaklı D vitamininin emilimi zordur; D vitamini üretimi için vücudun doğrudan güneş ışığına maruz kalması gerekir. Çocukken yeterli D vitamini alamazsak, iskelette ortaya çıkan şekil bozuklukları kalıcı olabilir.

İkincisi, modern yaşam tarzı ve beslenme düzeninden ötürü her zaman yeterli D vitamini alamıyoruz. Besinsel yetersizliklerden modern beslenme alışkanlıklarını sorumlu tutmak cazip görünmekle birlikte, bu gerekçe söz konusu durum için muhtemelen geçerli değil.

Uygarlığın getirdiği yenilikler raşitizm sıklığını *azalttı.* Beslenme yoluyla yeterli D vitamini alabilmek için en azından bir miktar balık, et ya da yumurta yememiz gerektiğini düşünürseniz sebebini anlarsınız. Uygarlık öncesi çağlarda insanlar yok denecek kadar az yumurta tüketirdi. Et ve balık temel gıdalardı ama bu besinlerin düzenli tüketilemediğini neredeyse kesin olarak söyleyebiliriz. Tarihöncesi yaşamda bolluk ve kıtlık dönemleri birbirini izlerdi; yapılan araştırmalar, o çağlarda yaşamış insanların kemiklerinde sürekli bir raşitizm ve kırılganlık sorunu olduğunu gösteriyor. Gelişmiş dünyada zengin hayvansal protein kaynaklarına

erişimi olan modern insanlar içinse durum böyle değil.

Hayvanların et ve yumurta için evcilleştirilmesi (Ortadoğu'da yaklaşık beş bin yıl önce ve farklı yerlerde başka zamanlarda başlayan bir süreç) raşitizm sorununu büyük ölçüde çözdü. Bu, insan zekâsının, insan bedeninin tasarımıyla ilgili sınırlamaları aşmasının örneklerinden sadece biri ve bu konuya kitapta daha sonra tekrar döneceğiz.

Peki ya multivitamin kutularının üzerindeki etikette sıralanan diğer vitaminler? Bunların çoğu B vitaminleri ailesine dahildir. Sekiz farklı B vitamini vardır ve bunların çoğu niasin, biotin, riboflavin, folik asit (ya da folat) gibi başka adlarla anılır. Bu vitaminlerin her biri vücuttaki çeşitli kimyasal tepkimeler için gereklidir ve eksikliği kendine özgü bir sendroma yol açar.

En iyi bilinen B vitamini eksikliği sendromlarından biri, kobalamin olarak da adlandırılan B_{12} vitamininin eksikliğinden kaynaklanır. Uzun süredir vegan beslenenler bu vitamine aşinadır çünkü veganlar B_{12} vitamini eksikliği sorunuyla kaçınılmaz olarak karşılaşır; eksiklik anemiye yol açar. İnsanlar kendi B_{12} vitaminini yapamaz; bitkiler de ihtiyaçları olmadığından B_{12} vitamini üretmez. Dolayısıyla B_{12} vitamininin tek besinsel kaynağı et, süt ürünleri, deniz mahsulleri, eklembacaklılar, diğer hayvansal gıdalar ve vitamin takviyesidir. Veganların dikkatine! O haplara ihtiyacınız var.

Ya vejetaryen hayvanlar? Sadece bitkilerle beslenen birçok hayvan var ama bitkilerde B_{12} vitamini olmadığına ve bütün hayvanlar yaşamak için bu vitamine ihtiyaç duyduğuna göre inekler, koyunlar, atlar ve binlerce diğer otçul hayvan anemiden nasıl kaçınıyor? Bu vitamini üreterek, daha doğrusu kalınbağırsaklarındaki bakterilerin üretmesi sayesinde.

Memelilerin kalınbağırsaklarının bakterilerle dolu olduğunu duymuşsunuzdur. Bakteriler, hayvan hücrelerinden çok daha küçük olduklarından kalınbağırsağınızdaki bakteri sayısı, bütün vücudunuzdaki hücrelerinizin sayısından fazladır. Evet doğru, vücudunuzda kendi hücrelerinizden daha fazla bakteri yaşıyor! Bu bakteriler sizin için önemli işler üstlenir. Örneğin K vitamini ba-

B VİTAMİNLERİ

VİTAMİN	DİĞER ADI	BESİN KAYNAĞI	EKSİKLİĞİN ETKİLERİ
B_1	Tiamin	Bira mayası, et, tahıllar	Beriberi
B_2	Riboflavin	Süt ürünleri, yumurta, ciğer, baklagiller, yeşil yapraklı sebzeler, mantar	Ariboflavinoz
B_3	Niasin	Et, balık, baklagiller, mısır hariç tahıllar	Pellegra
B_4	Kolin*		
B_5	Pantotenik asit	Et, süt ürünleri, baklagiller, tam tahıllar	Akne, parestezi
B_6	Piridoksin	Balık, sakatat, kök sebzeler, tahıllar	Cilt ve sinir sistemi bozuklukları
B_7	Biotin	Gıdaların çoğu	Nörolojik gelişim bozukluğu
B_8	İnozitol*		
B_9	Folat	Yeşil yapraklı sebzeler, meyveler, kabuklu yemişler, tohumlar, fasulye, süt ürünleri, et, deniz mahsulleri	Makrositik anemi, doğum kusurları
B_{10}**	PABA		
B_{11}**	PHGA		
B_{12}	Kobalamin	Hayvansal gıdaların çoğu	Makrositik anemi

* Adlandırma/tanımlamada uzlaşı yetersiz. Artık vitamin kabul edilmiyor.
** Artık vitamin kabul edilmiyor.

B vitaminleri ve eksiklikleri. Yabani hayvanların hemen hiçbirinde görülmeyen bu eksiklikler insanlar için özellikle çiftçiliğin ortaya çıkmasından ve gıdaların işlenmeye başlamasından sonra önemli bir sorun haline geldi.

ğırsak bakterileri tarafından üretilir, bize sadece vitaminin emilimini yapmak düşer. Bağırsaklarınızda K vitamini üreten bakteriler bulunduğu sürece bu vitamini içeren takviye ya da gıdalara muhtaç değilsiniz.

Tıpkı K vitamini gibi B_{12} vitamini de bağırsak bakterileri tarafından üretilir. Yine de beslenme yoluyla *daha fazla* B_{12} vitamini almamız gerekir. Neden?

Bir tasarım kusuru yüzünden. B_{12} vitaminini *kalınbağırsak* bakterileri üretir ama vitamin buradan emilemez. B_{12} vitamini *incebağırsakta* emilir ve incebağırsak sindirim sisteminde kalınba-

ğırsaktan *önce* gelir. Yani insan bağırsaklarındaki muhteşem bakteriler bize B_{12} vitamini temin edecek kadar nazik olsalar da bağırsaklarımızın tasarımı o kadar kötüdür ki bütün o B_{12} vitamini kaynağı tuvalete gider. (Ve evet, merak ettiyseniz söyleyeyim, B_{12} vitamini almak için dışkınızı yiyebilirsiniz.[3] Ama umarım asla o kadar çaresiz kalmazsınız.) Milyonlarca otçul B_{12} vitaminini bulup yeme zahmetine katlanmak zorunda olmadığı halde, kötü bağırsak tesisatımız bu molekülü insanlar için beslenmeyle alınması zorunlu bir vitamin haline getirir.

Bir başka ünlü B vitamini eksikliği sendromu, tiamin adıyla da bilinen B_1 vitamini eksikliğinden kaynaklanan beriberidir. Tiamin vücuttaki çeşitli kimyasal tepkimeler için gereklidir ki bunlardan en önemlisi karbonhidrat ve yağların kullanılabilir enerjiye dönüştürülmesidir. Tiamin yetersizliğinde sinir hasarı, kas güçsüzlüğü ve kalp yetmezliği gelişebilir.

İnanılır gibi değil ama vücudumuz bu denli önemli bir vitamini üretemez. B_{12} vitamini gibi B_1 vitaminini de besinlerle almak zorundayız. Yine tıpkı B_{12} vitamini gibi B_1 vitamini de hiçbir hayvan tarafından üretilemez. Sadece bakteriler, bitkilerin çoğu ve bazı mantarlar bu vitamini yapabilir. Yani en azından bu kusurumuz diğer hayvanlarla ortak. Tek farkla ki insanları kitlesel boyutlarda etkilemiş olan beriberi hayvanlarda görülmez. Nitekim beriberinin on altıncı ve on yedinci yüzyıllarda insanlarda ölüm sebepleri arasında çiçek hastalığının ardından ikinci sırada geldiği tahmin ediliyor. Neden sadece biz?

Diğer hayvanların beriberiye yakalanmamasının nedeni, B_1 vitamininin, besin zincirlerinin çoğunun temelini oluşturan çeşitli bitkisel gıdalarda bol miktarda bulunmasıdır. Okyanuslardaki planktonda bulunan fotosentetik bakterilerin ve protistlerin ürettiği B_1 vitamini besin zincirinde üst basamaklara ilerler. Devasa mavi balina gibi deniz suyunu süzerek planktonla beslenen canlılar B_1 vitaminini doğrudan alır ama etçil balıklar ve memeliler genellikle planktonla beslenen canlıları yiyen canlılarla beslenir. Öyle ya da böyle B_1 vitamini dolaşıma girer. Aynısı karada da ge-

çerlidir; karasal bitkilerin birçoğu B_1 vitamini yönünden zengin olduğundan otçulların besinsel gereksinimini karşılar. Bu otçulları etçiller yer, onları da besin zincirinin tepesindeki yırtıcılar ve aynı zamanda bitkilerle de beslenen biz insanlar.

Peki diğer hayvanlarda görülmediği halde neden insanlar beriberiyle mücadele eder? Bu sorunun yanıtı, yiyeceklerimizi hazırlama biçimimizle ilgili.

Tarımın bulunmasından sonra insanlar yemeklere lezzet katmak ve bozulmadan ya da damak zevkini bozmadan uzun süre dayanmalarını sağlamak için gıdaları çeşitli biçimlerde işlemeye başladılar. Bu yöntemler genellikle onların besin değerini düşürdü.

Pek de bilemediğimiz bazı nedenlerden ötürü besin maddeleri bitkinin her tarafında eşit dağılım göstermez. Örneğin A ve C vitaminleri patates ve elmanın kabuğunda en fazladır, dolayısıyla kabuklarını soyduğunuzda besin maddelerinin çoğunu çöpe atmış olursunuz.

Bu durum pirinçte, çeltik kavuzunun ayıklanmasıyla kendini gösterir. Rafine edilmemiş esmer pirinç B_1 vitamini yönünden zengindir. Ham pirincin parlatma denen işlemden geçirilerek rafine edilmesi pirincin kurutulup yıllarca güvenle saklanabilmesini sağlar. Tarımda bu buluş, özellikle pirincin temel gıda hammaddesi olduğu Asya toplumlarında kıtlığı önlemede büyük fark yaratmıştı. Fakat parlatma işlemiyle pirinç yapısındaki B_1 vitaminin neredeyse hepsini kaybeder. Bu, Asya kültürlerindeki varlıklı, seçkin zümre açısından sorun değildi çünkü B_1 vitaminince zengin et ve sebzeler, B_1 vitaminince fakir pirincin açığını kapatıyordu. Ne var ki Asya halkının büyük çoğunluğu için beriberi binlerce yıl boyunca yaygın görülen bir sorun oldu. Ücra, fakir köylerde beriberi hâlâ bir önemli bir sağlık sorunu.

Beriberi illeti, sadece uygarlığın başlangıcından itibaren başımıza bela olduğu ve kendi geliştirdiğimiz yeniliklerden kaynaklandığı için insan tasarımının zayıf yönlerine teknik açıdan uygun bir örnek sayılmayabilir. Ne var ki, insan türü olarak gelişimimiz devam ederken, evrimsel sınırlılıklarımızın nasıl kötüye –ya da

iyiye– gidebileceğinin bir örneğidir. Ziraat ve bahçe tarımındaki yenilikler olmasaydı uygarlık gelişemezdi. Beriberinin yüksek oranda görülmesinin sebebi olan teknoloji aynı zamanda türümüzün avcı-toplayıcı yaşam tarzını aşmasına hizmet etti. Uygarlık çeşitli yollarla insanların daha sağlıklı yaşamasını mümkün kıldı ki yaşadığımız nüfus patlaması da bunun kanıtı. Beriberi atalarımızın farkında olmadan verdiği bir ödündü, çünkü beslenmeyle alınan kalorileri kullanılabilir enerjiye çeviren en temel kimyasal işlev için gerekli basit bir molekülün vücudumuzda üretilemediğini bilmiyorlardı. Dolayısıyla beriberi, teknoloji ve uygarlık karşılığında ödediğimiz bir bedeldir.

Şüphesiz, kendi vitaminlerimizi yapmak karmaşık ve zahmetli bir iştir. Kompleks organik moleküller olan vitaminlerin birçoğu diğer moleküllerinkinden farklı, dikkat çekici bir yapıya sahiptir. Vücudun vitamin üretebilmesi için enzimler katalizörlüğünde kimyasal tepkimelerden oluşan girift bir yolak bulunması, bu enzimlerin her birinin bir gen tarafından kodlanması, bu genlerin olduğu gibi korunması, hücre bölünmesi sırasında aslına sadık biçimde kopyalanması, protein sentezinde kullanılması ve talep ölçüsünde protein arz edecek şekilde düzenlenmesi gerekir. Metabolizmanın genel şemasında bir organizmanın gereken vitaminleri sentezlemek için harcadığı kalori miktarı düşükse de sıfır değildir.

Bütün bunlar düşünüldüğünde bazı organizmaların kendi vitaminlerini yapmak yerine neden besinlerle almayı tercih ettikleri bir ölçüde anlaşılabilir. Bu tercihin belli bir mantığı vardır; diyetinizde zaten varken C vitamini yapmak için niye onca zahmete giresiniz ki? Gelgelelim, kimi elzem vitaminleri yapmamız her zaman *gerekmese* de bu, vitamin üretme *yetisinden* büsbütün vazgeçmenin iyi bir fikir olduğu anlamına gelmez çünkü bozulan bir geni eski haline getirmek zordur.

Aynı mantık, hücrelerin kolayca oluşturabileceği denli basit bir yapıya sahip olan elzem amino asitler için geçerli değildir. Fakat basit yapılı oldukları halde bu moleküllerin de pek çoğunu üretemiyoruz.

Tehlikeli Oyunlar

İki organik molekül birbirinden ne kadar farklı olabilirse amino asitler de vitaminlerden o kadar farklıdır. Bütün organizmalar protein üretmek için yirmi farklı tip amino asit kullanır. İnsan vücudunda hepsi de aynı yirmi yapıtaşından meydana gelen on binlerce farklı protein bulunur. Bu yirmi amino asit yapısal olarak birbirine benzer; aralarında sadece ufak tefek farklılıklar vardır. O yüzden her birinin yapımı için yirmi ayrı yolak gerekmez. Bazen bir amino asit tek bir kimyasal tepkimeyle bir başka amino aside dönüştürülür. Bu, insan vücudunun farklı vitaminler üretebilmek için yapması gereken kıvrak manevralardan çok farklı bir durumdur ve amino asitler, vitaminlere göre çok daha çeşitli alanlarda kullanılır.

Buna rağmen bazı amino asitleri kendimiz üretemediğimiz için besinlerle almak zorundayız. Yirmi amino asitten dokuzu elzem (esansiyel) amino asit olarak adlandırılır çünkü bunları üretme yetimizi kaybetmişiz. Yetimizi *kaybetmişiz* diyorum çünkü, evrim sürecinde geriye dönüp baktığımızda elzem amino asitlerin hepsini ya da bir kısmını üretebilen atalarımız olduğunu görüyoruz. Birbiriyle ilişkisiz çok çeşitli mikroorganizma türleri (bakteriler, arkeler, mantarlar ve protistler) DNA, yağlar ve kompleks karbonhidratlar için gereken bileşenlerin yanı sıra yirmi amino asidin hepsini sentezleyebilir. Kendine yeterlik konusunda son derece başarılı olan bu organizmalar, glukoz gibi karbona dayalı basit bir enerji kaynağı ve amonyak halinde bulunan birazcık organik azotla gayet güzel idare eder.

Üstelik kendi amino asitlerini yapabilen tek canlı grubu mikroorganizmalar değil. Çoğu bitki türü yirmi amino asidin hepsini sentezleyebilir. Gerçek şu ki bitkiler, güneş enerjisini kullanarak kendi enerji kaynaklarını da kendileri sentezleyebildiklerinden, mikroorganizmaların çoğuna göre daha ileri düzeyde kendine yetebilen canlılardır. Organik azot içeren basit, dengeli bir toprakta

yetişen pek çok bitki herhangi bir takviye gerekmeksizin yaşayabilir. Bitkiler bir şey *yemez*. Onlar kendi besinlerini üretir. Bu çarpıcı kendine yetme hali bitkilerin aslında, en azından kısa vadeli günlük gereksinimleri için diğer organizmalara ihtiyacı olmadığı anlamına gelir. Bu da bitkilerin, henüz okyanuslarda hayvanlar oluşup onları yemeye başlamadan önce, yüz milyon yıl boyunca karada nasıl gelişip serpildiğini, balta girmemiş ormanlar oluşturduğunu açıklar.

Hayvanlarsa kendine yetebilir olmaktan çok uzaktır. Hayatta kalabilmek için diğer canlıları yemek zorundadırlar. Bitkileri, algleri ya da planktonu veya bunlarla beslenen diğer hayvanları yiyebilirler. Öyle ya da böyle, güneş enerjisini kullanamadıklarından, ihtiyaç duydukları enerjiyi başka canlıların ürettiği organik moleküllerden sağlarlar.

Her halükârda başka canlıları yememiz gerektiği için insan türü olarak biraz tembelleşmişiz. Bitkileri ve diğer hayvanları öncelikle enerji kaynağı olarak yesek de, bu sayede onların vücudundaki bütün proteinleri, yağları, şekerleri, hatta vitamin ve mineralleri de alırız. Başka bir deyişle yediklerimizden yalnızca enerji değil, aynı zamanda çeşitli organik yapıtaşları da alırız. Böylece bu molekülleri sürekli üretme zorunluluğundan kurtuluruz. Örneğin lizin amino asidini her öğünde yeterli miktarda alıyorsanız, neden onu üretmek için enerji harcayasınız ki?

Elbette her bitki ve hayvanda amino asit miktarı ve kombinasyonu farklıdır. Kendimiz lizin yapamaz hale gelirsek, lizin yönünden zengin olan balık ve yengeç ağırlıklı bir beslenme bizi idare eder ama lizin yönünden fakir dutsu meyveler (orman meyveleri) ve böceklerden oluşan bir diyet bize zarar verir. Belli besin maddelerini üretme becerisini yitirmenin getirdiği bir sorundur bu. Birkaç kalorilik enerji tasarrufu için kendimizi ancak ölme pahasına değiştirebileceğimiz belli diyetlere ya da yaşam tarzlarına mahkûm ederiz. Tehlikeli bir oyundur bu çünkü dünya sürekli akış halindedir. Her coğrafi yerleşim bölgesi ya da mikroçevre kargaşadan, dalgalanma ve felaketlerden payına düşeni alır. Yaşamda

değişmeyen tek şey değişimin kendisidir.

Buna rağmen evrim insanlarda bu basiretsiz takasları defalarca tekrarladı. Türümüz yirmi amino asidin dokuzunu üretme yetisini yitirdi. Her kayıp en az bir, genellikle de daha çok mutasyon sonucunda meydana gelir. Tabii ki bireylerdeki mutasyonlar rasgeledir; mutasyonun bir toplulukta sabitlenmesi ya şans eseri olur ya da belirgin bir avantaj sağladığı için. Amino asit sentezleme becerimizi ortadan kaldıran mutasyonlar muhtemelen şans eseri sabitlenmişti.

Amino asit sentezleme becerisini yitiren insanın eline, kendisini dermansız bırakan, hatta ölümcül olabilen besinsel eksikliklerden başka bir şey geçmedi. Öyleyse bu mutasyonlar nasıl oldu da ortaya çıkar çıkmaz çabucak elenmedi? Çünkü türümüzün beslenme biçimi, C vitamini örneğinde de gördüğümüz gibi bu kaybı telafi etti. Arada bir et ya da süt ürünleri içeren bir beslenme biçimi genellikle her elzem amino asitten yeterli miktarda sağlar. Fakat farklı bitkiler yirmi amino asidi farklı oranlarda içerdiğinden bitkisel gıdalara dayalı diyetlerin daha dikkatli planlanması gerekir. Sonuç olarak, vejetaryen ve veganların ihtiyaç duydukları bütün amino asitleri aldıklarından emin olmalarının en kolay yolu diyette çeşitliliği sağlamalarıdır.

Gelişmiş ülkelerde, bir veganın elzem amino asitlerin dokuzunu da alması zor değil. Bir porsiyon işlenmemiş pirinç ve siyah ya da kırmızı Meksika fasulyesi bir günlük ihtiyacı karşılar. Dahası nohut, kinoa ve birkaç benzer süpergıdada dokuz elzem amino asit de bol miktarda bulunur.

Ne var ki özellikle gelişmekte olan ülkelerde yaşayan yoksul insanların her zaman çeşitlilik gösteren bir diyetle beslenme şansı olmaz. Milyarlarca kişi birkaç temel gıdadan oluşan son derece basit bir diyetle yaşar ve bu temel gıdalar genellikle elzem amino asitlerin bazılarını, özellikle de lizini yeterli miktarda içermez. Çin'in ücra köylerindeki en yoksul kesim, arada bir yedikleri bir parça et, yumurta ya da tofu dışında pirinçle yaşar. Afrika'nın en yoksul kesimlerinde yaşayan en muhtaç insanların diyeti neredey-

se tamamen buğday ürünlerinden oluşur ki kıtlık zamanında onlar dahi zor bulunur. Bu tür örneklere baktığımızda, gelişmekte olan ülkelerde hayatı en fazla tehdit eden beslenme sorununun protein eksikliği olması hiç de şaşırtıcı değil. Bu sorun doğrudan türümüzün belli amino asitleri yapamamasından kaynaklanır.

Amino asit eksikliği modern dünyaya özgü bir sorun değil. Sanayi öncesi dönemde de insanlık belli aralıklarla protein ve amino asit yetersizliğiyle boğuşuyordu. Mamut gibi büyük av hayvanlarının bol protein ve amino asit sağladığı şüphe götürmez. Fakat soğutma teknolojisinin gelişmesinden önce büyük av hayvanlarıyla beslenmek, birbirini takip eden bolluk ve kıtlık dönemlerine katlanmayı gerektiriyordu. Kuraklık, orman yangınları, kasırgalar ve buzul çağları uzun süren zor koşullar yaratıyordu ve açlık hep var olan bir tehditti. İnsanın amino asitler kadar temel maddeleri sentezleyememesi bu krizlerin vahametini artırmış, elde avuçta olanla hayatta kalmayı bir o kadar zorlaştırmış olmalı. Kıtlıkta nihai ölüm sebebi kalori eksiği değil, proteinlerin ve sağladıkları elzem amino asitlerin eksikliğidir.

İnsanların ve diğer hayvanların sentez becerisini kaybettiği tek temel biyomolekül grubu amino asitler değil. Yağ asitleri dediğimiz molekül grubundan da iki örnek verebiliriz. Bu uzun zincirli hidrokarbonlar, hücre zarını oluşturmak için vücudun gereksindiği fosfolipitler ve benzeri yağların yapıtaşlarıdır. Hücre zarından daha elzem bir yapı düşünmek zor. Oysa üretemediğimiz (ve telaffuzu zor) iki yağ asidinden biri olan linoleik asit hücre zarının yapısında bulunur. Diğeri, alfa-linolenik asit, son derece önemli olan yangı (enflamasyon, iltihap) sürecinin düzenlenmesinde rol oynar.

Bereket versin ki modern insan diyetindeki tohumlar, balık ve çeşitli bitkisel yağlar bu iki elzem yağ asidini içeriyor. Ayrıca çalışmalar bu yağ asitlerinin sık tüketilmesinin kalp-damar sisteminin sağlığını olumlu etkilediğini gösteriyor. Ama her zaman bu kadar şanslı değildik. Tarihöncesinde, özellikle de tarımöncesi dönemde insan diyeti çok daha basitti. Konargöçer topluluklar

bulduklarını yer, yiyeceğin izini sürerlerdi. Bu yağ asitleri muhtemelen çoğu zaman temin edilebiliyor ama hiç şüphesiz eksiklik çekilen dönemler de oluyordu. Bazen tek bulabildikleri ot, böcek ve yapraklar, bazen de dutsu meyvelerdi. Kendi kendimize sentezleyemediğimiz elzem amino asitlerde olduğu gibi, bu iki önemli yağ asidini tedarik edemez hale gelmemiz, bir gıda krizinde çok daha vahim sonuçlar doğururdu.

Bu iki yağ asidiyle ilgili meselenin en çıldırtıcı tarafıysa, yapımlarının son derece kolay olması. Hücrelerimiz çok sayıda lipit molekülü sentezleyebilir ve bunların birçoğu linoleik asit ve alfa-linoleik asitten daha karmaşık yapıdadır. Nitekim bu iki basit yağ asidini *kullanarak* çok daha girift lipitler üretebiliyoruz; buna rağmen adı geçen iki molekülü yapamıyoruz. Çünkü bu yağ asitlerini üretmek için gereken enzimler birçok organizmada bulunmasına rağmen insanda yok.

Bütün hayvanların vücutları gibi insan vücudu da bitki ya da hayvan dokularını alır, karıştırır, küçük bileşenleri özümser ve bu minik parçaları kendi moleküllerini, hücre ve dokularını oluşturmak için kullanır. Fakat bu şemada bazı boşluklar göz çarpıyor. Sağlığımız için çok önemli olduğu halde vücudumuzda üretemediğimiz başka moleküller de var ve bunları besinlerle almak dışında bir seçeneğimiz yok. Bu elzem besin maddelerini bulma zorunluluğu insanların nerede ve nasıl yaşayabileceğine dair kısıtlamalar getirir. Kaldı ki şimdiye dek sadece organik besin maddelerinden söz ettik. İnsan vücudu mineral dediğimiz inorganik maddeleri elde etme konusunda da feci durumda; üstelik bu maddeler yiyeceklerimizde bulunduğu halde.

Ağır Metal Makineleri

Su bazlı, yumuşak canlılar olmakla birlikte biz insanlar diyetimizde bol miktarda metale ihtiyaç duyarız. Dışarıdan almamız gereken, elzem mineraller olarak bilinen türlü çeşit metal var. Metal iyonları karmaşık moleküller değil, tekil atomlardır ve can-

lılar tarafından sentezlenemezler. Gıda ya da suyla alınmaları gerekir. Bizim için elzem olanlar arasında kobalt, bakır, demir, krom, nikel, çinko ve molibden yer alır. Magnezyum, kalsiyum ve sodyum bile teknik olarak metaldir ve bu minerallerden de her gün önemli miktarlarda almamız gerekir.

Element halinde alıp tüketmediğimizden bu minerallerin metal özelliği gösterdiğini düşünmeyiz. Hücreler metalleri suda çözünebilir iyonlar halinde kullanır. Aradaki keskin farkı kavrayabilmek için sodyumu ele alalım.

Periyodik tabloda element olarak gördüğümüz sodyum öyle reaktif bir metaldir ki suyla temas ettiğinde tutuşur. Son derece toksiktir; çok az bir miktarı dahi büyük bir hayvanı öldürebilir. Fakat sodyum atomundan bir elektron çıkardığımızda oluşan iyon bütünüyle farklı özellikler gösterir. İyonize sodyum tamamen zararsız olup bütün canlı hücreler için elzemdir. Klorür ile birleşerek sofra tuzunu meydana getirir. Element halindeki sodyum (Na) pratikte iyonize sodyumdan (Na^+) tamamen farklı bir maddedir.

Sodyum ve potasyumun en önemli metal iyonları arasında yer aldığı tartışma götürmez (hücreler bu iyonlar olmaksızın işlev göremez). Buna karşılık insanların diyetinde bu minerallerin kronik eksikliğiyle hemen hiç karşılaşmayız. Bütün canlılarda bu iki iyon görece bol bulunur. Yani ister taş devri diyetiyle beslenin ister vegan olun, ihtiyacınız olan sodyum ve potasyumu alırsınız. Sodyum ve potasyumun *akut* eksiklikleri acil bir sorun olabilir ama bunlar genellikle fizyolojik işlev bozukluğu, açlık, aşırı sıvı kaybı ya da kısa süreli benzeri bir travma sonucunda gelişir.

Diğer elzem iyonlar içinse durum farklıdır. Bunları dışarıdan almazsanız eksikliğini çeker ve sonuçta kronik hastalığa yakalanırsınız. Örneğin kalsiyum alımı dünyada zengin fakir ayrımı gözetmeksizin herkesi etkileyen bir sorundur. Kalsiyum yetersizliği, tasarım açısından bakıldığında diyet kaynaklı sorunlar içinde bizi en çok hüsrana uğratanlardan biridir çünkü kalsiyum eksikliği, besinlerle yeteri kadar alınmamasından ziyade, bu iyonun bağırsaklarımızda iyi emilememesi yüzünden gelişir. Hepimiz bol

miktarda kalsiyum *alıyoruz*; sadece onu besinlerden *ayrıştırmada* pek başarılı sayılmayız. Daha önce de bahsedildiği gibi kalsiyum emilimi için D vitamini gerekir. Dolayısıyla D vitamini eksikliği çekiyorsanız, dünyanın kalsiyumunu alsanız işinize yaramaz çünkü kalsiyum bağırsaklarınızdan öylece geçip gider.

Vücudumuzda bol D vitamini olsa dahi kalsiyum emilimi pek iyi değildir, üstelik yaşlanmayla birlikte gittikçe bozulur. Bebeklerde tüketilen kalsiyumun hatırı sayılır bir oranı, yüzde 60'ı emilirken, erişkinlerde bu oran yüzde 20 civarındadır; emeklilik çağındaysa yüzde 10'a, hatta bunun da altına iner. Bağırsaklarımız gıdalardaki kalsiyumu ayrıştırmada o kadar beceriksizdir ki vücudumuz kemiklerden kalsiyum çekmeye mecbur kalır. Bu strateji yıkıcı sonuçlar doğurur. Sabit bir kalsiyum ve D vitamini takviyesi yapılmadığı takdirde çoğu insanın kemikleri altın yıllarında osteoporoz nedeniyle kırılgan hale gelir.

Tarihöncesinde pek az insan otuz-kırk yıldan uzun yaşayabilirdi. O yüzden kalsiyum eksikliğinin atalarımız için sorun olmadığını düşünebilirsiniz. Gelgelelim iskelet kalıntıları, kalsiyum ve D vitamini eksikliğinin o dönemlerde daha da vahim olduğunu ve günümüzdekine kıyasla daha genç yaşlarda geliştiğini gösteriyor.

Yani kalsiyum eksikliği ve neden olduğu osteoporoz kesinlikle yeni sorunlar değil. İnsanların bir başka yaşamsal mineral olan demiri yeterli miktarda almakta zorlanması da yeni değil.

Demir, vücudumuzda ve yeryüzünde en bol bulunan geçiş metalidir. (Geçiş metalleri periyodik tablonun ortasında geniş yer kaplayan, elektriği iyi ileten metallerdir.) Diğer metallerde olduğu gibi demiri de element halinde değil iyonize demir atomları olarak kullanırız. Demir elementinin çoğu, oluştuktan kısa bir süre sonra yerkürenin çekirdeğine çökmüştü. Yüzeyde bulunan demir çoğunlukla bir, iki ya da üç elektronu eksik iyonlardan oluşur. Nitekim demirin hücrelerimizdeki özel kullanımının altında da bu farklı iyonize durumlar arasında kolayca geçiş yapabilmesi yatar.

Demirin en iyi bilinen görevi, vücudumuzdaki oksijen taşıyıcı protein olan hemoglobinin işleviyle ilgilidir. Alyuvarlar bu prote-

inle tıka basa doludur ve her hemoglobin molekülünde dört demir atomu bulunur. Hemoglobine karakteristik kırmızı rengini veren de demir atomlarıdır (yani kanınızla Mars'ın yüzeyinin zannettiğinizden daha fazla ortak yönü vardır). Demir, besinlerden enerji elde etmek gibi başka önemli işlevlerde de yaşamsal rol oynar.

Vücudumuzda, çevremizde, gezegenimizde ve Güneş sistemimizde bol bulunmasına rağmen demir eksikliği insanlarda beslenmeyle ilgili en sık rastlanan sağlık sorunudur. Öyle ki Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (CDC) ve Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre demir eksikliği ABD'de ve tüm dünyada en sık görülen besin öğesi eksikliğidir. Demirle dolup taşan bir dünyada demir eksikliğinin pandemi boyutlarına ulaşması en hafif deyimiyle bir çelişki olsa gerek.

Demir eksikliğinin neden olduğu en akut sorun anemi yani "kansızlık"tır. Demir hemoglobin molekülü, hemoglobin ise alyuvar yapısı ve işlevi için merkezi rol oynadığından, düşük demir düzeyleri vücuttaki alyuvar üretimini bozar. WHO gebe kadınların yüzde 50'sinin, okulöncesi çağdaki çocukların ise yüzde 40'ının demir eksikliği anemisinden mustarip olduğu tahmininde bulunuyor. Güncel tahminlere göre yedi milyarlık dünya nüfusunun iki milyarı az çok anemik. Her yıl milyonlarca kişi demir eksikliği yüzünden ölüyor.

Vücudumuzun yaşadığı bu sorunun sorumlusu yine kötü tasarım. Her şeyden önce, insandaki sindirim kanalı bitkisel kaynaklı demiri besinden ayrıştırmada son derece başarısızdır.

Bitkisel ve hayvansal kaynaklı demir yapısal olarak birbirinden farklıdır. Hayvanlarda demir genellikle kan ve kas dokusunda bulunur ve işlenmesi kolaydır; şöyle güzel bir biftekten demiri ayrıştırmak genellikle sorun yaratmaz. Fakat bitkilerdeki demir, insanda bağırsaklar tarafından parçalanması çok daha güç olan protein komplekslerine gömülü halde bulunur. O nedenle bitkisel demir sindirim kanalında kalır ve nihayetinde atığa dönüşür ki bu, demir tüketimini de vejetaryenler açısından bir mesele haline getirir. İnsanlar bu açıdan çoğu hayvandan kötü durumdadır. Yeryüzündeki

hayvanların çoğu, büyük ölçüde ya da tamamen vejetaryen oldukları halde, bağırsakları demiri işlemden geçirirken sıkıntı çekmez.

Ayrıca demir emilimini büsbütün azaltabilen, demir tüketimiyle ilgili başka tuhaflıklar da vardır. Örneğin demir, emilimi kolay başka bir maddeyle, mesela C vitaminiyle birlikte alındığında en iyi emilir. Vejetaryenler demir emilimini artırmak için bundan faydalanırlar. Her ikisinin de emilimini artırmak için demir ile C vitamini kaynaklarını birlikte alırlar. Yüksek dozda C vitamini demir emilimini altı kat artırabilir. Ne yazık ki bunun tam tersi de doğru; C vitamini yönünden fakir bir diyet demir emilimini güçleştirerek hem skorbüt hem de anemiye yol açar. İkisini bir arada düşünsenize. Solgun ve halsiz olmanız yetmezmiş gibi buna kas tonusunun azalması ve iç kanama da eklenebilir. Gelişmiş ülkelerdeki vejetaryenler brokoli, ıspanak ve Çin lahanası gibi gerek demir gerekse C vitamini yönünden zengin pek çok yiyeceğe ulaşabildiklerinden bu ölümcül tuzaktan kaçabilirler. Fakat bu temel gıdalar kıymetli olduğu ve mevsimsel yetiştiği için gelişmekte olan ülkelerde yaşayan yoksul halk genellikle bu kadar şanslı değildir.

Yeterli demir almak yeterince zor değilmiş gibi, gıdalarda bulunan başka moleküller de demirin, özellikle de bitkisel demirin emilimini bozar. Bolca tüketmemiz söylenen baklagiller, kabuklu yemiş ve dutsu meyveler demirin besinlerden ayrıştırılmasını ve emilimini azaltabilen polifenoller içerir. Benzer şekilde tam tahıllar, kabuklu yemişler ve tohumlar, demirin incebağırsakta emilimini engelleme eğilimi gösteren fitik asit yönünden zengindir. Bu pürüzler, bilhassa yoksulluk nedeniyle anemi riski taşıyan, eti ve etteki demiri pek nadir bulabilen iki milyar insan için sorun yaratır. Bu insanların diyeti demirin bitkisel kaynaklardan ayrıştırılmasını daha da zorlaştıran besinlerce genellikle zengindir. Besin çeşitliliği ihtiyacımız olan bütün elementleri alabilmemiz için iyi bir strateji olmakla beraber, bu çeşitliliğin, demir yönünden zengin gıdaları demir kullanımını engelleyen gıdalarla birlikte almayacak şekilde *dikkatli* planlanması gerekir.

Demir emilimini etkileyen bir diğer besinsel bileşen, emilimi yüzde 60'a varan oranlarda azaltabilen kalsiyumdur. O nedenle azami demir emilimini sağlamak için süt ürünleri, yeşil yapraklı sebzeler ve fasulye gibi kalsiyum yönünden zengin besinler ile demir yönünden zengin gıdaların –özellikle de kıymetli demir kaynağı bitkisel kökenliyse– ayrı ayrı tüketilmesi gerekir. Onca zahmete katlanıp demirce zengin gıdalar yer ama bunları kalsiyumca zengin besinlerle birlikte tüketirseniz bütün çabalarınız boşa gider. Besinsel gereksinimlerimizi karşılamak için doğru gıdalarla beslenmemiz yeterli değil; besinleri doğru kombinasyonlar halinde almak zorundayız. Pek çoğumuzun multivitaminleri tercih etmesine şaşmamalı.

Demir eksikliği, türümüzün tarihöncesi diyetinin modern diyetimize kıyasla daha da yetersiz olduğunu gösteren bir başka örnektir. O çağlarda et ve balık, insan diyetinin muhtemelen temel unsurlarıydı ama bu gıdaların tüketimi hem mevsime hem de uzun süren bolluk ya da kıtlık dönemlerine göre değişiyordu ve özellikle denize kıyısı olmayan ülkelerde yaşayan, sadece ete bel bağlamış topluluklarda protein alımı zordu. Tarımöncesi dönemde yenen bitkiler, bugün alışık olduğumuz besinlere hiç benzemiyordu. Meyveler küçüktü ve fazla tatlı değildi; sebzeler buruk ve kaba, kabuklu yemişler sert ve lezzetsiz, tahıllar sert ve lifliydi. Daha da kötüsü demir emilimini azaltan bitkiler, demir içerenlerden fazlaydı.

Vejetaryen diyetle yeterli demir almak *günümüzde* o kadar da zor olmadığı halde, Taş Devri'nde neredeyse imkânsızdı. Tarihöncesinde etin zor bulunduğu dönemlerde çoğu insanda ağır anemi gelişmiş olsa gerek. Balık ete göre daha güvenilir bir demir kaynağı olduğu için, tarımöncesi dönemde göç yolları kıyı şeridini ya da başka su kaynaklarını takip ediyordu.

Anemi bu denli ölümcül ve sürekli bir tehlikeyse, nasıl oldu da insanlar hayatta kalabildi sorusu aklınıza gelebilir. Neredeyse başaramıyorduk. Türümüzün soyu tarihöncesinde defalarca tükenmenin eşiğine geldi. Son iki milyon yılda birçok hominid (insan-

sı) türü geldi geçti; biri hariç hepsinin soyu tükendi. Türümüzün uzun geçmişinde atalarımızın sayısı belli dönemlerde o kadar azalmıştı ki günümüz standartlarına göre kesinlikle tehdit altındaki bir tür olarak sınıflandırılırlardı. Dahası çok yakın zamana kadar, bu hominid dallarının hiçbiri bilişsel açıdan bir diğerinden daha ileri değildi. O nedenle modern insan, soyunun tükenmesi tehlikesini her seferinde atlatıp hayatta kalmış olmasını beyninin büyüklüğüne bağlayamaz; atalarımız muhtemelen şans eseri birden fazla kez paçayı kurtarmıştı. Sona bu kadar yaklaşmalarının çeşitli nedenleri vardı ama bunlardan birinin demir eksikliği anemisi olduğu kesin.

Üstüne üstlük insanlar sağlıklı demir düzeylerini koruma mücadelesinde yalnız görünüyor. Bugüne kadar bizim dışımızda hayatta kalmayı başarmış başka hiçbir türde ciddi anemi ya da demir eksikliği tespit edilmedi.

O halde diğer hayvanlar yeterli demir almayı nasıl başarır? Ne de olsa bu elzem minerale tek ihtiyacı olan tür insan değildir; diğer hayvanlar da onu üretemez. Evrim zamanla bu zorluğa, insan için olmasa bile birtakım çözümler üretmiş olsa gerek, öyle değil mi?

Bu sorunun karmaşık bir yanıtı var. Öncelikle, ister balık olsun, ister amfibi, kuş, memeli ya da omurgasız, suda yaşayan hayvanlar demir temin etmekte bu derece zorlanmaz çünkü gerek deniz suyunda gerekse tatlı suda bol miktarda demir iyonu bulunur. Tabii ki bu hayvanlar da demir iyonlarını sudan ayrıştırmak zorundadır ama demiri bulmak onlar için mesele değildir. Benzer şekilde kayalarda ve toprakta da demir bol olduğundan bitkilerin de işi kolaydır.

Görünüşe göre otçul ya da büyük ölçüde vejetaryen olan hayvanlar ya demir yönünden zengin kaynakları diyetlerine katmada ya da besinlerdeki demiri ayrıştırmada bizden iyiler. Bu türler kıtlık, yer değiştirme ya da başka stres faktörleriyle karşılaştığında demir eksikliği yaygınlaşır kuşkusuz ama bu bir neden değil, *sonuçtur*. Anlaşılan, ortada başka hiçbir sorun yokken demir eksikliği çeken tek tür insan.

Yeterli demir almanın bizim için neden bu kadar zor olduğunu bütünüyle anlayamamış olmamız cesaret kırıcı. İnsanlar neden bitkisel kaynaklardaki demiri ayrıştırmada bu denli başarısız? Demirce zengin gıdalarla demiri ayrıştırmayı engelleyen gıdaları birlikte almaya karşı neden bu kadar duyarlıyız? Bunlar salt insana özgü sorunlar gibi görünüyor. İnsanın demir emiliminden sorumlu genlerinde bir ya da birden fazla mutasyon gelişmiş olması mümkün. Belki de bu o zamanlar pek sorun yaratmamıştı çünkü atalarımızın diyeti muhtemelen zengin demir kaynakları olan balık ya da büyük av hayvanlarını içeriyordu. Henüz ispatlanmamış olmakla birlikte akla yakın bir varsayım.

Diğer ağır metallere o kadar az miktarda ihtiyacımız var ki bunların eksikliğine demir eksikliğinden çok daha nadir rastlanır. Bakır, çinko, kobalt, nikel, mangan, molibden ve birkaç başka minerale çok çok az miktarda gereksinim duyarız. Hatta bazen bu metalleri aylar, yıllar boyu almadan, sadece iç rezervimizle idare edebiliriz.

Fakat eser miktarda alınması gerekse de bu ağır metaller bizim için vazgeçilmezdir, bunları hiç içermeyen bir diyetse eninde sonunda ölümcüldür. İnsanlarda bu minerallerin bağırsaklarda böylesine zor emilmesi evrimsel bir hata mıydı, yoksa sadece bu güçlüğe adaptasyonumuz mu başarısızdı? Fark eder mi? Bu elementlerin birçoğuna ihtiyacı olmayan mikroorganizmalar var. Aslına bakılırsa istisnasız bütün organizmaların ihtiyaç duyduğu tek bir eser metal yok. Bir başka deyişle, organizmalar bu elementlerin her birinin iş görebilmesi için kendi moleküllerini geliştirmiş. İnsanlar bunu yapmadığından çok çeşitli eser metal iyonlarına gereksinim duyuyoruz.

Bitirirken: Ölümüne Tok

ABD ve diğer gelişmiş ülkeler yıllardır diyet kitaplarına boğulmuş durumda.[4] Bu durum kaygı verici bir eğilimin yansıması. Eskiden açlık bütün insanlar için ciddi bir tehditken şimdi dünyanın birçok

bölgesinde onun yerini alan musibet obezite.

Bunun sebebi doğrudan, evrimin vücudumuzu programlarken basiretsiz davranmış olması. Diyet kitaplarının birçoğunun dikkat çektiği gibi obezite yazılımımızda var. Fakat işlerin nasıl ve neden ters gittiğine dair açıklamalar, gittikçe büyüyen sorunun merkezindeki evrimsel dersi gözden kaçırıyor.

Hemen her insan yemeyi sever. Aç olsak da olmasak da çoğunlukla canımız bir şeyler çeker, genellikle de yağlı ve şekerli yiyecekler. Oysa meyvelerden tutun, balığa ve yeşil yapraklı sebzelere, elzem vitamin ve mineralleri içeren besinlerin çoğunda şeker ve yağ oranı yüksek değildir. (En son ne zaman brokoliye aş erdiniz?) Peki içgüdülerimiz, ne kadar tok olursak olalım bizi neden yüksek kalorili besinlere yönlendirir?

Hızlı ve sabit bir artış gösterdiği ve son iki yüzyıldan öncesine dek önemli bir sağlık sorunu olmadığı için obeziteyi biyolojinin değil, modern yaşamın sorunu olarak düşünmek cazip görünüyor. Fakat gelişmiş ülkelerdeki güncel obezite eğiliminden modern yaşam tarzları ve yeme alışkanlıklarının sorumlu olduğu doğru olsa da, bu yaklaşım nedenselliği tersine çeviriyor. İnsanlar *yiyebildikleri* için değil, öyle *tasarlandıkları* için fazla yer. Asıl sorulması gereken soru şu: Neden?

Oburluk insana has değil. Kediniz köpeğiniz varsa bilirsiniz, asla doymazlar. Her zaman daha fazla ödül, yediğinizden bir parça, biraz kayıntı beklerler ve mesela salata için değil de lezzetli yiyecekler için daha ısrarlı yalvarırlar. İşin aslı, hayvan dostlarımız da obeziteye en az bizim kadar eğilimlidir. Ne kadar mama verdiğimize dikkat etmezsek onlar da hızla şişmanlar.

Biliminsanları bunun laboratuvar hayvanları için de doğru olduğunu bilir. İster balık ya da kurbağa, ister fare, sıçan, maymun ya da tavşan olsun, yiyecek sınırsız verilirse hepsi şişmanlar. Aynı durum hayvanat bahçelerinde de geçerlidir. Hayvan bakıcıları ve veterinerler, esaret altındaki hayvanların aşırı yemekten ötürü hastalanmasını önlemek için hayvanların kilosunu ve yem karışım oranını devamlı izler.

Bunlardan çıkaracağımız sonuç şu: Bütün hayvanlar ve özellikle de insanlar başıboş bırakıldığında marazi bir şekilde obezleşir. Obezitenin olsa olsa nadiren görüldüğü yaban hayattaki hayvanlardaysa tam tersi bir durumla karşılaşırız. Doğal yaşam alanlarında gördüğümüz hayvanlar hemen her zaman formda, hatta sıskadır.

Bir zamanlar, hayvanlardaki obeziteden hayvanat bahçeleri, laboratuvarlar ve yaşadığımız evler gibi yapay ortamların sorumlu olduğu düşünülüyordu. Ne de olsa hayvanlar yaban hayattaki doğal habitatlarına milyonlarca yıl içinde adapte olmuştu. Belki de stres ve esaret, sinirsel kökenli bir aşırı yemeye sebep oluyordu. Ya da belki görece hareketsiz yaşam tarzı metabolik dinamiklerin dengesini bozuyordu.

Yıllardan beri sınanan bu varsayımlar akla yakın olmakla birlikte, esaret altındaki hayvanlarda gelişen obezitenin asıl açıklaması gibi görünmüyor. Esaret altında olup da egzersiz yapan hayvanların da yem karışım oranlarının izlenmesi gerekiyor. Onlar da fazla yediklerinde şişmanlıyorlar.

Peki yaban hayatta neden obez hayvan yok? Bir hayli rahatsız edici olsa da bu sorunun yanıtı, çoğu yaban hayvanının neredeyse her zaman açlık sınırında geziyor olması. Bu hayvanlar hayatlarını mütemadiyen açlık içinde geçiriyor. Hatta kış uykusuna yatan ve yılın yarısını tıkınırcasına yiyerek geçiren hayvanlar dahi açlık çekiyor. Doğada sağ kalmak sürekli mücadele etmeyi gerektiren çetin bir iştir. Farklı hayvan türleri kıt kaynaklar için birbiriyle sürekli rekabet eder ve basitçe ifade edecek olursak asla yeterince yiyecek yoktur. Yiyecek kıtlığı, modern insan hariç bütün hayvanlar için geçerli olan biyolojik bir değişmezdir.

Yirminci yüzyılın çoğunda, obezitenin ortaya çıkmasından modern yaşam tarzı ve konfor sorumlu tutuldu. Masabaşı işler kas gücünün, radyo ve televizyon ise spor ve fiziksel aktivitenin yerini almaya başlamıştı. Önceki kuşakların gerek ekmeğini kazanırken gerekse boş vaktini geçirirken fiziksel açıdan daha aktif olduğu düşünülüyordu. Şişen göbeklerin sorumlusu, giderek hareket-

sizleşen yaşam tarzı ve fiziksel uğraşılardan uzaklaşmaydı. Bu mantıkla bakıldığında obezite tasarım kusurunun değil, kötü yaşam tarzının sonucuydu.

Ne var ki makul görünmekle birlikte bütün hikâye bundan ibaret değil. Her şeyden önce fiziksel işlerle uğraşanlar obeziteye karşı bağışık değiller. Bilakis hem obezite hem de fiziksel işler düşük gelir düzeyiyle bağıntılı. İkincisi, iç mekândan çok dış mekânda fiziksel oyunlarla zaman geçiren çocuklarda erişkin çağda obezite gelişme ihtimali daha düşük değil. Hatta tam tersine, çocukluk ya da ergenlik çağında, hatta yetişkinken aktif sporcu olanların otuzlu, kırklı, ellili yaşlarda, özellikle de fiziksel aktiviteleri azaldığında obez olma ihtimali daha *fazla*.[5] Mesele yaşam tarzı değil, görünüşe göre obezitenin başlıca nedeni yüksek kalorili besinlerin aşırı tüketilmesi.

Bütün bunlar, tek başına egzersizin uzun vadeli kilo vermede neden maalesef nadiren başarılı olabildiğini açıklıyor. Hatta egzersiz faydadan çok zarar verebilir. Yoğun egzersiz şiddetli açlığı tetikler ve bu da kilo verme azmini yok eder. Diyeti bozmak her seferinde kişiyi büsbütün vazgeçmeye biraz daha yaklaştırır.

Acı gerçek şu ki gelişmiş ülkelerin insanları karşı koyabilecekleri donanıma sahip olmadıkları yüksek kalorili yiyeceklerle kuşatılmış durumda. İnsanlık tarihinin büyük bölümünde bu konuda endişelenmemiz gerekmedi çünkü son birkaç yüzyıla dek çoğu insanın et ve tatlı yönünden zengin bir diyete erişimi yoktu. Zengin diyetlerin kitlelere ulaşması sanayi devrimiyle başladı. Ondan önce erkekte tombulluk, kadında dolgunluk zenginlik, güç ve imtiyaz göstergesiydi ve avam tabakası, yaban hayattaki hayvanlar gibi sürekli açlık çekmeye meyilliydi.

Aşırı yeme, çok sık tekrarlanması mümkün olmadığından iyi bir stratejiydi. Fakat insanlar her gün, günde üç-dört kez karnını doyurabildiğinde, zayıf iradeleri sağlıksız kilo almayı önleyecek ölçülü bir beslenmeye şans tanımaz. İnsan psikolojisi insan fizyolojisini alt edemez. Bu nedenle insanların her öğünde, uzun bir kışa girmeden önce yiyecekleri son öğünmüş, bir daha hiç yiyecek

bulamayacaklarmış gibi yemelerine sık rastlanır.

Daha kötüsü de var. Son zamanlarda yapılan çalışmalar vücudumuzun metabolik hızımıza uyum sağladığını, bu yüzden kolay kilo alıp zor kilo verdiğimizi gösteriyor. Kilo vermeye çalışanlar, haftalarca perhiz ve egzersiz yapsalar da genellikle pek az kilo verdiklerini, buna karşılık yüksek kalorili bir hafta sonu kaçamağıyla hemen bir-iki kilo aldıklarını söylerler. O nedenle obezite ve tip 2 diyabet, insanların evrildikleri ortamdan çok daha farklı bir ortamda yaşamasının doğrudan sonucu olan, evrimsel uyuşmazlığa dört dörtlük örnek teşkil eden hastalıklardır.*

Modern gıda kaynakları sayesinde, gelişmiş ülkelerde yaşayan insanların muhtemelen bir daha asla skorbüt, beriberi, raşitizm ya da pellegra konusunda tasalanması gerekmeyecek. Ne var ki obezite bu insanların irade ve alışkanlıklarına sürekli meydan okuyacak. Bu sorunun basit bir çözümü yok. Bu iç karartıcı gerçek, bizi bir sonraki bölümde inceleyeceğimiz kusurlar kategorisine, genomumuzdaki kusurlara getiriyor.

* Dan Lieberman'ın, bugün ve eskiden yaşadığımız ortamlar arasındaki uyumsuzluğun, çeşitli rahatsızlıklara ve hastalıklara nasıl yol açtığını uzun uzadıya anlattığı *İnsan Vücudunun Öyküsü* adlı kitabını hararetle tavsiye ederim.

3

Genomdaki Çöp

İnsanlarda neden işlevsel genlerin yanı sıra neredeyse bir o kadar da bozuk, işlevsiz gen bulunur? DNA'mız neden geçmiş enfeksiyonlardan kalan milyonlarca virüs enkazı içerir? Kendini kopyalayan acayip bir DNA molekülü neden genomun yüzde 10'undan çoğunu oluşturur? Ve daha fazlası...

BEYNİMİZİN sadece yüzde 10'unu kullandığımızı duymuş olabilirsiniz. Bu tamamen şehir efsanesidir; insanlar sinirsel dokularının her lobunu, kıvrımını, köşe bucağını kullanır. Belli işlevler –örneğin konuşma ya da hareket– için özelleşmiş kimi bölgelerin aktivitesi o işleri yaparken artsa da beyin hemen her zaman bütünüyle aktiftir. Ne denli küçük olursa olsun, beyinde etkisiz hale getirildiğinde ya da kesilip alındığında ciddi sonuçlar doğurmayacak bir bölüm yoktur.

Oysa insan DNA'sında durum tamamen farklıdır. Her bir hücremizdeki DNA'nın bütünü olarak tanımlanan genomumuzda hiçbir işlevi olmayan uzun bölümler vardır. Kullanılmayan bu genetik maddeye, hiçbir işe yaramadığını ifade etmek için *çöp DNA* deniyordu ama daha sonra bu "çöp"ün bazı bölümlerinin işlevleri keşfedilince, bu terim bazı biliminsanlarının gözünden düştü. Gerçekten de genomun çöp DNA denen kısmının büyük bölümü aslında bir amaca hizmet ediyor olabilir.

Öte yandan, genomumuzdaki çöp DNA miktarı ne olursa olsun epeyce işlevsiz DNA taşıdığımız inkâr edilemez. Bu bölümde *gerçek* genetik çöpten bahsedeceğiz: bozuk genler, viral yan ürünler,

amaçsız kopyalar ve hücrelerimizde kalabalık yapan değersiz şifre.

Daha fazla ilerlemeden önce insan genetiğiyle ilgili temel bilgileri hızlıca hatırlayalım. İster deri hücresi olsun, ister kas hücresi ya da nöron veya başka bir hücre, vücudumuzdaki hücrelerin hemen hepsinde bütün genetik planımızın bir kopyasını içeren, çekirdek dediğimiz merkezi bir yapı bulunur. Daha sonra göreceğimiz üzere büyük bölümü okunaksız olan bu genetik plan, deoksiribonükleik asit ya da kısaca DNA olarak bilinen bir molekülden oluşan genomunuzdur.

DNA, dikey ekseni etrafında bükülmüş çok uzun bir merdivene benzeyen, doğrusal çift sarmal bir moleküldür. İçerdiği genetik bilgi, nükleotit denen ve çiftler halinde eşleşen daha küçük moleküllerle yazılır. Bu nükleotit çiftlerini merdiven metaforumuzun basamakları olarak düşünün. Her basamağın iki yarısı vardır ve her yarım, merdivenin bir yanına tutunmuş bir nükleotit molekülünden oluşur. Bu nükleotitler A, C, G ve T kısaltmasıyla ifade edilen dört farklı tipte olabilir; A sadece T ile, C ise sadece G ile eşleşebilir. DNA'yı böylesine etkili bir genetik bilgi taşıyıcısı haline getiren bu baz çiftleridir.

Merdivenin, yani DNA'nızın bir tarafına baktığınızda dört nükleotidin herhangi bir kombinasyonunu görebilirsiniz. Diyelim ki beş basamağa bakıyorsunuz ve bir tarafta A, C, G, A ve T harflerini görüyorsunuz. Basamaklarda sadece A ile T ve C ile G birbiriyle eşleşebildiğinden, merdivenin diğer tarafına dolanıp basamakların diğer yarısına bakarsanız şifrenin ayna görüntüsüyle (tersten bir dizilimle) karşılaşacağınızdan emin olabilirsiniz: A, T, C, G ve T.

Bu, enformasyon kodlamanın basit ama zekice bir yoludur, özellikle de genetik maddenin tekrar tekrar kopyalanmasını çok kolaylaştırdığı için. Sonuçta o upuzun merdiveni boydan boya ikiye ayırıp her basamağı ortadan böldüğünüzde, her iki yarısı da aynı enformasyonu içerir. Vücutta eski hücrelerin yerini yenilerinin almasında temel süreç olan hücre bölünmesinden önce hücre

DNA molekülünü kopyalamak için tam olarak böyle yapar. O nedenle DNA'nın kendini kopyalama özelliği evrimsel mühendisliğin mucizevi bir mahareti olmakla kalmayıp aynı zamanda varoluşumuzun temelidir.

Buraya kadar her şey yolunda; DNA bir doğa harikasıdır. Ama bir noktada o kadar da harika görünmemeye başlar. Genomunuzu oluşturan DNA merdiveni 4,6 milyar harften oluşmuş toplam 2,3 milyar basamak içerir. Bu basamakların birçoğu –daha uygun bir sözcük bulamıyorum– faydasızdır. Bir kısmı, bilgisayar klavyesine saatlerce basılmışçasına saçma tekrarlardan ibarettir; diğerleriyse önceleri işe yarar olup da sonradan hasar gören ve asla onarılmayan parçalardır.

DNA merdiveninizin diğer tarafını bir baştan diğerine okursanız tuhaf bir şey dikkatinizi çeker. Genleriniz, yani şifrenin gerçekten de bir işe yarayan (mesela irise rengini veren ya da sinir sisteminin gelişimini yönlendiren) bölümleri ortalama 9000 harften oluşur ve toplamda yalnızca 23.000 geniniz vardır. Kulağa çokmuş gibi gelebilir ama aslında hepsi hepsi birkaç yüz milyon DNA harfinden söz ediyoruz; yani genomunuzu oluşturan 2,3 milyar bazın sadece birkaç yüz milyonundan.

Genlerinize dahil olmayan diğer basamaklar ne işe yarıyor peki? Özetle hiçbir şeye.

Bunun nasıl olabileceğini anlamak için başka bir benzetmeye başvuralım. Genleri, DNA harflerinin anlamlı bir bütün oluşturacak şekilde dizilmesiyle meydana gelen *sözcüklere* benzetelim. Genomunuzun oluşturduğu "kitap"ta bu sözcüklerin arası akıl almaz derecede uzun, anlamsız sözlerle doludur. DNA'nızdaki harflerin yalnızca yüzde 3'ü sözcükleri oluşturur; kalan yüzde 97'si zırvadır.

DNA merdiveniniz uzun bir bütünden ibaret değildir. Her hücrenizde bu merdivenlerden kırk altı tane vardır; kromozom adı verilen bu yapılar hücre bölünürken ışık mikroskobu altında görülebilir. (Sperm ve yumurta hücreleri istisnadır; onlarda yirmi üç kromozom bulunur.) Fakat hücre bölünmesi dışında kromozomlar

koca bir kâse dolusu spagetti gibi birbirine gevşekçe dolanmış bir halde bulunur. Kromozomların uzunlukları birbirinden farklıdır. İçlerinde en uzun olan 1. kromozom iki yüz elli milyon basamak, en kısa olan 21. kromozom ise sadece kırk sekiz milyon basamak içerir.

Kimi kromozomlarda kullanılabilir DNA'nın çöp DNA'ya oranı bir hayli yüksekken, kimileri tekrarlardan oluşan, kullanılmayan DNA ile doludur. Örneğin 19. kromozom elli dokuz milyon harfe yayılmış bin dört yüzden fazla genle oldukça kompakt bir yapı gösterir. Diğer uçta yer alan 4. kromozom ise 19. kromozomdan üç kat büyük olmasına rağmen, onunkinin yarısı kadar gen içerir. Bu işlevsel genler, etrafı bomboş engin okyanuslarla çevirili tek tük adacıklar gibi birbirine uzaktır.

İnsan genomu bu açıdan diğer memelilerin genomunu yansıtır ve bütün memelilerde benzer sayıda, kabaca yirmi üç bin civarında gen bulunur. Bu sayı bazı memelilerde yirmi bine düşerken, bazılarında yirmi beş bine çıkabilir ama yine de görece dar bir aralık söz konusudur; memeli soyunun iki yüz elli milyon yaşında olduğunu düşündüğümüzde bu durum özellikle şaşırtıcıdır. İnsanlar son çeyrek milyar yıldır bazı memelilerden ayrı evriliyor olduğu halde hepimizin benzer sayıda işlevsel gene sahip olması dikkat çekicidir. Aslına bakılırsa insanlardaki gen sayısı, gerçek doku ve organları olmayan mikroskobik yuvarlak solucanlarınkiyle kabaca aynıdır. Bilmem anlatabildim mi?

İşlevsel genler görece seyrek bulunmalarına karşılık çok iş yapar. Bu genlerin her biri, DNA molekülü merdivenini ortadan ikiye ayırıp, iki yandaki nükleotitleri açığa çıkararak protein sentezler. Bir geni oluşturan harf dizilimi mRNA denen yapıya kopyalanır (*m* "mesajcı"nın, *RNA* ise "ribonükleik asit"in kısaltmasıdır); mRNA ise hücrenin büyümesinden hayatta kalmasına bütün yaşamsal işlevlerin gerçekleşmesini sağlayan proteinleri üretir.

Genomun yüzde 3'ünü oluşturan bu yirmi üç bin gen bir doğa harikasıdır. İnsan DNA'sının kalan yüzde 97'siyse falsodur; görünüşe göre pek bir işe yaramaz. Hatta bir kısmı aslında zararlıdır.

Hücre bölünürken, işlevsel olsun olmasın genomun bütünü kopyalanır. Bu işlem hücrede enerji harcar; zaman, enerji ve kimyasal kaynaklar gerektirir. En iyi tahminlere göre insan vücudunda günde $1x10^{11}$ hücre bölünmesi olur. Bu, *saniyede* bir milyondan fazla bölünme demektir. Bu bölünmelerin her birinde, çöp DNA dahil bütün genomun kopyalanması gerekir. Sırf işe yaramaz, kocaman DNA'nızı kopyalamak için her gün birkaç kalori harcarsınız.

Tuhaftır ki hücreler çöp DNA'yı hata bulmak için didik didik eder. Ne zaman bir hücre bu alakasız DNA'yı kopyalasa, genomdaki en önemli genleri kopyaladığında kullandığı düzeltme ve onarım mekanizmalarının aynısını harekete geçirir. Hiçbir bölge göz ardı edilmediği gibi hiçbiri ayrıcalıklı değildir. Bu kafa karıştırıcı bir durum çünkü anlamsız bir DNA bölgesindeki bir kopyalama hatası herhangi bir sonuç doğurmazken, bir gende meydana gelebilecek aynı mutasyon az sonra göreceğimiz gibi ölümcül olabilir. Bir şempanze küçük bir çocuğun yazdığı şiirle Maya Angelou'nun şiirini ne kadar ayırt edebilirse, DNA kopyalama ve düzeltme mekanizması da genler ile anlamsız DNA arasındaki farkı ancak o kadar ayırt edebilir.

Heyecan verici yeni bir biyomedikal araştırma çağındayız. Biliminsanları bütün bir genom dizisini, kırk altı kromozoma yayılmış *4,6 milyar* harfin hepsini sadece birkaç hafta süren ve yaklaşık bin dolara mal olan bir işlemle okuyabiliyor. (İnsan genomunun ilk dizi analizinin tamamlanması on yıldan uzun sürmüş, neredeyse üç yüz *milyon* dolara mal olmuştu.) Fakat DNA'nın daha önce çöp olarak tanımlanan bölgelerinin *bazılarında* şaşırtıcı yeni işlevler bulsak da, bunlar hâlâ işlevsiz çöp DNA'nın gölgesinde kalıyor. Dahası, işlevsel görünen çöp DNA dahi *başlangıçta* muhtemelen sadece çöptü.* İnsan genomunda kodlanmış onca anlam-

* 2012'de ENCODE adlı büyük genom araştırma projesi, insan genomunun yüzde 80'inin işlevsel olduğu iddiasıyla büyük ilgi çekti. Bu iddia, kısmen yöntemsel sorunlar ama daha çok da araştırmacıların genomun bir parçasını işlevsel olarak tanımlarken kullandıkları ölçütlerin bilimsel olmaması nedeniyle çürütül-

sız diziyi düşününce, mevcut halimize kavuşabilmiş olmamız inanılmaz.

Genomda muazzam yer işgal eden faydasız DNA yumağı kusurların en büyüğü olsa da, genomun işlevsel kısımları, yani genler bile hatalarla doludur. Bu hatalar genellikle mutasyon dediğimiz, DNA dizisinde meydana gelen değişikliklerden kaynaklanır. Genom iki farklı yolla ani bir değişim geçirebilir. (Retrovirüs enfeksiyonlarını da sayarsak üç yolla ama bu konuya birazdan geleceğiz.) Bunlardan ilkinde DNA molekülü doğrudan hasar görür. Bu hasar radyasyon, UV ışığı ya da sigara dumanında bol bulunan mutajen dediğimiz kimyasallara bağlı olarak gelişebilir. (Mutasyonların kansere yol açma eğiliminden ötürü mutajenlere karsinojenler de denir.)

Genomun değişim geçirmesinin ikinci yolu, hücre bölünmesine hazırlık sırasında DNA kendini eşlerken meydana gelen kopyalama hatalarıdır. Her hücredeki DNA şifresi 4,6 milyar harften oluşur ve ortalama bir insanda her gün $1x10^{11}$ hücre bölünmesi olur. Yani DNA kopyalaması sırasında bir hücrenin günde 10^{20} (100.000.000.000.000.000.000 ya da 100 kentilyon) defa hata yapma şansı olur. Hücreler, bir milyon harfte birden az hata yapan, bu nadir hatalarınsa yüzde 99,9'unu derhal yakalayıp düzelten muhteşem editörlerdir. Fakat hata yapma şansı bu denli çokken, bu olağanüstü düşük oranla bile bazen hata olur ve düzeltilmez. Bu hatalara mutasyon denir. Aslında her gün vücudunuzda milyonlarca mutasyon gerçekleşir.

Neyse ki bu mutasyonların çoğu DNA'nın önemsiz bölgelerinde meydana geldiğinden pek sorun çıkarmaz. Dahası, sperm ya da yumurta hücresi dışındaki hücrelerde oluşan mutasyonlar evrim açısından önemli sonuçlar doğurmaz çünkü bunlar sonraki kuşak-

---

dü. Bu da biliminsanlarını, işlevsiz DNA'yı tarif etmek için kullanılan *çöp* terimi üzerinde tekrar düşünmeye ve terimi savunmaya sevk etti. ENCODE'un iddialarındaki kusurlu akıl yürütmenin mükemmel bir açıklaması için bkz. Graur ve diğ., "On the Immortality of Television Sets", *Genome Biology and Evolution* 5 (2013): 578-90.

lara aktarılmaz. Sadece germ hücresi dediğimiz üreme hücrelerinin DNA'sı sonraki kuşağa geçer.

Ne var ki sperm ya da yumurta hücrelerinin önemli bölgelerinde kopyalama hataları ve DNA hasarı oluşabilir ve oluşur da. Bu mutasyonlar o bireyi muhtemelen çocuklarını etkilediği kadar etkilemez. Bu kalıtsal mutasyonlar canlılarda bütün evrimsel değişikliklerin ve adaptasyonların temelidir. Fakat kalıtsal mutasyonların hepsi mutlu tesadüfler değildir. Çoğu önemsiz olsa da (genomun ne kadar büyük bir bölümünün işe yaramadığını düşünecek olursak), birçok mutasyon bir genin işlevini bozduğu için zararlıdır.

Anasından ya da babasından gen mutasyonunu alan zavallı yavru hemen her zaman ebeveyninden daha kötü durumdadır. Doğal seçilim böyle işler, gen havuzunu sürekli temiz tutar ama bazen bir mutasyon zararlı etkisini hemen göstermez. Bir insanın ya da hayvanın sağlığında veya döl verme yetisinde kısa vadede kayba yol açmayan bir mutasyonun elenmesi gerekmez. Hatta bu mutasyon topluluk içinde yayılabilir. Eğer mutasyon sadece ileri yaşlarda zarar veriyorsa, doğal seçilimin onu hemen durdurmaya gücü yetmez.

Bu, evrimin kör noktasıdır ve türümüzde, her birimizin derinliklerine dal budak salmış sonuçları görülür. Çünkü insan genomu, doğal seçilimin çok geç olana dek fark edemediği zararlı mutasyonların geride bıraktığı binlerce iz taşır.

Bozuk Genler

İnsan genomundaki faydasız DNA'nın öğelerinden özellikle biri dikkat çeker: yalancı genler (psödogenler). Bu genetik şifre bölgeleri genlere benzemekle birlikte onlar gibi işlev görmez. Bunlar bir zamanlar işlevsel olup da türümüzün uzun geçmişinin bir noktasında onarılamayacak boyutta mutasyona uğramış genlerin evrimsel kalıntılarıdır.

Önceki bölümde, böyle bir yalancı genle, işlevsel biçimi pri-

mat dışı hayvanların neredeyse hepsinin kendi C vitaminini sentezlemesini sağlayan *GULO* geniyle karşılaştık. Günümüzde yaşayan bütün primatların ortak atasında *GULO* geni rasgele bir mutasyonla hasara uğradı. Bu atanın diyeti C vitaminince zengin olduğu için mutasyon o bireye zarar vermedi. Ne var ki bu mutasyon bütün primatlara aktarıldığından skorbüt korkulu rüyamız haline geldi.

Doğanın mutasyonla yarattığı bu sorunu neden yine mutasyonla çözmediğini merak ediyor olabilirsiniz. Çözse iyi olurdu ama bu hemen hemen imkânsız. 4,6 milyar DNA harfini kopyalarken meydana gelen rasgele bir hata olan mutasyon, bir yere yıldırım düşmesine benzer. Aynı noktaya iki kere yıldırım düşme ihtimali o kadar düşüktür ki pratikte yok sayılabilir. Üstelik bir mutasyonun bozuk bir geni *onarması* pek mümkün değil çünkü hasar yaratan ilk mutasyonu takiben gende kısa sürede başka mutasyonlar birikir. İlk mutasyon taşıyıcısını öldürmez ya da ona zarar vermezse sonraki mutasyonların da böyle bir etkisi olmaz. Bu mutasyonlar doğal seçilimle elenmez.

İşte bu yüzden evrimsel zaman ölçeğinde yalancı genlerin mutasyon hızı, işlevsel genlerinkinden çarpıcı biçimde fazladır. İşlevsel genlerdeki mutasyonlar genellikle kuşaklar boyunca kalıcı olmaz; tipik olarak, düşen yıldırım hücreye ya da organizmaya öylesine zarar verir ki bireyin başarılı üreme şansı azalır, dolayısıyla hatalı genetik maddenin yayılması sınırlanır. Oysa yalancı genlerdeki mutasyonlar, taşıyıcı canlıya zarar vermeksizin birikebilir; tam da böyle olur zaten. Yalancı genler kuşaktan kuşağa aktarıldıkça bozulma devam eder ve çok geçmeden gen onarılma umudu kalmayacak boyutlarda mutant hale gelir.

İnsandaki *GULO* geninin başına da aynısı geldi. Diğer çoğu hayvandaki işlevsel gene kıyasla bizdeki *GULO* geni yüzlerce mutasyon taşır. Yine de onu kolayca tanıyabiliriz. Bizdeki *GULO* geni, kedi köpek gibi etçillerdeki işlevsel *GULO* geninin DNA dizisiyle yüzde 85'in üzerinde özdeştir. Neredeyse tamamı hâlâ genomumuzun parçasıdır ama hurdalıkta paslanan araba misali orada

öylece işe yaramadan durur. Tek farkla ki insanlar bu paslanmış, eski geni, milyonlarca yıl önce ilk bozulduğu andan bu yana her gün milyarlarca kez tekrar tekrar kopyaladı.

GULO geni skorbütten ötürü insandaki en ünlü yalancı gen olabilir ama yegâne yalancı gen olduğu söylenemez. Biz insanların genomunda saklanmış epeyce, aslına bakılırsa yüzün, hatta belki binin üzerinde bozuk gen vardır. Biliminsanlarının tahminine göre insan genomu *yirmi bin* civarında yalancı genin kalıntılarını taşıyor.[1] Bu neredeyse işlevsel genler kadar çok sayıda bozuk gen olduğu anlamına geliyor.

Aslına bakılırsa bu yalancı genlerin büyük çoğunluğu kazara oluşan ikilenmeler sonucu meydana geldi. Bu yüzden geni bozan mutasyonların ve akabinde gen ölümünün bireyde yıkıcı etkileri olmadı; ne de olsa bunlar genlerin fazladan kopyalarıydı. Lüzumsuz olduklarından bu genleri kaybetmek bir dezavantaj değildi. Yine de onları muhafaza edip sürekli kopyalamak anlamsız elbette. Hem anlamsız hem de boşu boşuna enerji israfı ama doğrudan zararlı değil.

Fakat o ya da bu işlevsel genin tek kopyası bir mutasyonla bozulup yalancı gen haline gelince ciddi sorunlar çıkabilir. *GULO* ve onun hediyesi olan skorbüt dışında, arızasıyla türümüzün sağlığını olumsuz etkileyen bir başka yalancı gen, bir zamanlar atalarımızın enfeksiyonlarla olan mücadelesinde rol oynamıştı. Bu gen, Eski Dünya maymunlarının çoğunda, Yeni Dünya maymunlarında, hatta kuyruksuz maymunlardan biri olan orangutanda hâlâ bulunan teta defensin adlı proteini sentezliyordu. Ne var ki insanlar ile Afrikalı kuyruksuz maymun akrabalarımızın (goril ve şempanzelerin) ortak atasında bu gen etkisini kaybetti, ardından da onarılamayacak ölçüde mutasyona uğradı.[2] Bu genin işler bir kopyası olmadığından insanlar enfeksiyonlara karşı uzak primat kuzenlerimizden daha duyarlı hale geldi.

Kabul etmek gerekir ki, biz insanlar muhtemelen teta defensin proteinlerinin yerini alacak başka savunmalar geliştirdik ama görünüşe göre bunlar yeterli olmadı. Örneğin teta proteinleri olma-

yan hücreler HIV enfeksiyonuna karşı daha duyarlı görünüyor. Bu proteinleri 1970'lerin sonları ve 1980'lerde HIV bütün dünyayı kasıp kavururken kullanabilirdik. Bu gen arızalı olmasaydı AIDS krizi hiç yaşanmayabilirdi ya da en azından bu denli yaygın ve ölümcül olmayabilirdi.

Yalancı genler, yarını düşünmeksizin hareket eden doğanın kötü alışkanlıklarından çıkaracağımız bir derstir. Mutasyonlar rasgeledir ve doğal seçilim sadece bir kuşaktan bir sonrakine doğru işler. Oysa evrim çok uzun zaman ölçeklerinde işler. Bizler kısa vadeli edimlerin uzun vadeli ürünleriyiz. Evrim hedefe yönelik değildir ve olamaz. Doğal seçilim sadece ivedi ya da kısa vadeli sonuçlardan etkilenir. Uzun vadeli olanlara karşı kördür. *GULO* geni ya da teta defensin üreten gen mutasyonla öldüğünde, doğal seçilim ancak ölümcül etkiler hemen hissedildiği takdirde türü koruyabilir. Mutasyonu taşıyanlar büyüyüp gelişmeye devam eder ve mutasyonu dölden döle aktarırlarsa, evrimin onu durdurmaya gücü yetmez. *GULO* geninin ölümü mutasyona maruz kalan ilk primatı muhtemelen hiç etkilememişti ama onun bilmem kaç kuşak sonraki torunları milyonlarca yıl sonra hâlâ bu mutasyonun acısını çekiyor.

İşlevsiz kılan bu tür mutasyonları geçiren tek gen *GULO* ya da teta defensin geni değil. Yirmi üç bin genimizin her biri, öteden beri üzerine düşmeye devam eden mutasyon yıldırımlarından zarar görüp ölüyor. İnsanların mutasyonla daha fazla gen kaybetmemiş olmasının tek sebebi, ilk talihsiz mutantın genellikle ölmesi ya da kısırlaşması nedeniyle yalancı geni bir sonraki kuşağa aktaramamasıdır. Onun için trajik olan, hepimiz için şanstır.

Bazı biliminsanları yalancı genleri bozuk değil ölü olarak nitelendirir çünkü doğa bunların bir kısmını "dirilterek" onlara yeni işlevler yükler. Bu, bana bir zamanlar buzdolabı bozulan arkadaşımın çözümünü anımsatıyor. Buzdolabını hurdalığa taşıma zahmetini çekmek yerine onu yatak odasında kullanabileceği bir gardıroba dönüştürmüştü. Buzdolabını *alırken* onu gardıroba çevirmek gibi bir niyeti yoktu; yalnızca bozuk buzdolabından kurtul-

mak daha zor olacağı için onu farklı bir amaca hizmet edecek şekilde kullanmaya başlamıştı. Ölen buzdolabını yepyeni bir amaç için diriltmişti. Zekice bir numaraydı ama bildiğimiz kadarıyla dirilen genler de gardıroba dönüştürülen buzdolapları kadar nadir.

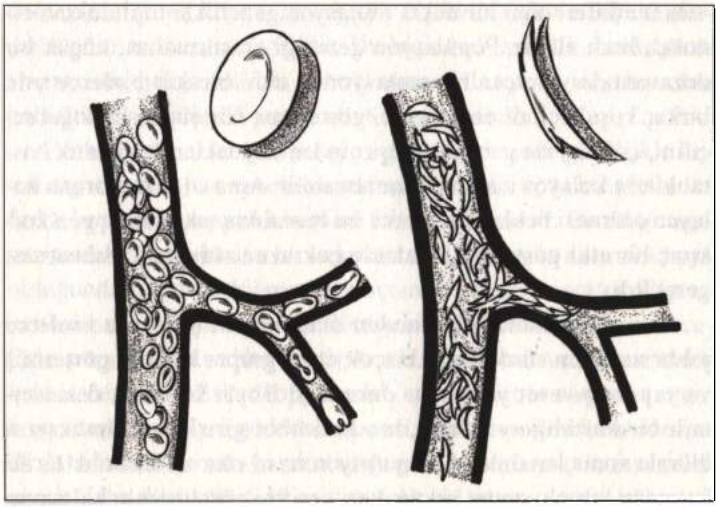
Gen Havuzundaki Timsahlar

Az önce gördüğümüz gibi DNA kopyalama süreci mükemmel değildir. Vücudumuzun bu amaç için geliştirdiği mekanizma ara sıra hata yapar ve bu hatalar sorun çıkarabilir. Fakat bir primatın genomunda *GULO* geninin aniden ölmesi gibi bu tür sporadik mutasyonlar, şans eseri bir organizma topluluğunda yayılan sıradışı kazalardır. Mutasyonların kendisi gibi bu hatalardan kaynaklanabilen skorbüt ve benzeri hastalıklar da sporadiktir, yani tek tük ve dağınık bir şekilde görülür. Fakat genetik sürüklenmeden ötürü mutasyonların sabitlenmediği, çok daha sinsi davranabilen bir genetik hastalık sınıfı vardır. Öyle ki bunlar aslında doğal seçilimin *kayırdığı* hastalıklardır.

İnsanlarda kuşaklar boyunca, binlerce hatta *milyonlarca* yıldan beri türümüzle birlikte var olagelmiş ısrarcı genetik hastalıklar görülür. Her birinin ilginç birer öyküsü olan bu hastalıklar bütün olarak ele alındığında bize baştan savma işleyen ve bazen de zalim olabilen evrim süreciyle ilgili değerli dersler verir.

İnsanlara asırlardır köstek olan genetik hastalıklar arasında belki de en iyi bilinen ve en yaygın görüleni orak hücre anemisidir (OHA). *Her yıl* 300.000 OHA'lı bebek dünyaya geliyor. Sadece 2013'te en az 176.000 kişi bu hastalık nedeniyle öldü. Hastalığın sebebi, kanla taşınan oksijenin bütün hücrelere ulaşmasını sağlayan hemoglobin proteinini sentezleyen genlerden birinde meydana gelen bir mutasyondur.

Normal hemoglobinle yüklü olan alyuvarların biçimi bu hücrelerin hem oksijeni dokulara azami düzeyde ulaştırabilmesini hem de kılcaldamar denen incecik damarların içinde eğile büküle hareket etmesini sağlar. OHA'lı hastalardaysa mutant hemoglobin



Normal alyuvarların (solda) ve orak hücre anemisinde alyuvarların şekli (sağda). Normal alyuvarlar daracık kılcal damarlardan geçebilmek için kolayca kıvrılırken, orak hücre biçimindekiler, esneklikleri çok daha az olduğundan dar noktalarda genellikle takılır.

sıkıca paketlenemediğinden alyuvarların biçimi bozulur. Şekli bozuk alyuvarlar oksijeni dokulara yeterince verimli ulaştıramadığı gibi ince damarların içinde kıvrılıp sıkışamaz, dar yerlerde takılıp kalırlar. Bunun sebep olduğu kanlı trafik sıkışıklığı, bu tıkanmanın aşağısındaki dokular oksijensiz kalınca şiddetli ağrıya ve bazen de yaşamı tehdit eden orak hücre krizine yol açar. Gelişmiş ülkelerde orak hücre krizi tehlikesi genellikle yakın izlem ve modern tıbbın yardımıyla bertaraf edilir. Afrika, Latin Amerika, Hindistan, Arabistan, Güneydoğu Asya ve Okyanusya gibi gelişmekte olan ülkelerdeyse krizler sıklıkla ölümcül seyreder.

OHA'nın en tuhaf yanı, sebebinin tek bir nokta mutasyon olması, yani bir DNA harfinin yerine bir başkasının gelmesidir (bununla birlikte farklı coğrafi etnik gruplarda sık görülen, hastalığa yol açabilecek pek çok farklı nokta mutasyon söz konusudur). Bu durum gerçekten de gariptir çünkü sağkalım üzerinde böylesine

vahim etkileri olan bir nokta mutasyon genellikle topluluktan oldukça hızlı elenir. Popülasyon genetiği araştırmaları, küçük bir dezavantaja yol açan bir mutasyonun dahi bırakın binlerce yılı, birkaç kuşak içinde eleneceğini gösteriyor. Hiç şüphesiz doğal seçilim, çok sayıda genin etkileşiminden kaynaklanan genetik hastalıkların kolayca icabına bakamayabilir. Ama OHA'da sorunu kolayca çözmesi beklenirdi çünkü bu hastalıkta tek mutant gen korkunç bir etki gösterir. O nedenle çok uzun süre kalıcı olmaması gerekirdi.

Buna rağmen OHA'ya neden olan mutant şifre yüz binlerce yıldır varlığını sürdürüyor, birçok etnik grupta kendini göstermiş ve yayılmış –evet yayılmış– durumda! Böyle korkunç, dezavantajlı bir hastalığa yol açan, modern tıbbi girişimler olmaksızın ölümle sonuçlanabilen bir mutasyon nasıl olur da insanlık tarihi boyunca birçok yerde, birçok kez kendini göstermekle kalmayıp doğal seçilim tarafından *kayırılmış* olabilir? Dahası, etkilediği topluluklarda nasıl olur da nesiller boyu devam edebilir?

Yanıt şaşırtıcı derecede basit. Pek çok genetik hastalık gibi orak hücre anemisi de çekiniktir. Yani hastalığın ortaya çıkması için mutant alelin hem annenizden hem de babanızdan birer kopyasını almanız gerekir. Tek kopya geçerse, sizde fark edilir bir etkisi olmaz ama taşıyıcı olup geni çocuklarınıza aktarabilirsiniz. Çocuklarınız diğer ebeveynden de mutant bir kopya alırsa onlarda hastalık gelişebilir. Her iki ebeveyn de görünürde sağlıklı olduğu halde, iki OHA taşıyıcısının çocuklarında dörtte bir olasılıkla hastalık gelişir. O nedenle çekinik özellikler bazen kuşak atlayarak kendini belli eder. Yine de OHA'nın böylesine ölümcül seyretmesinden ötürü, hastalığın erken ölümlerle toplumdan eninde sonunda elenmiş olması beklenirdi.

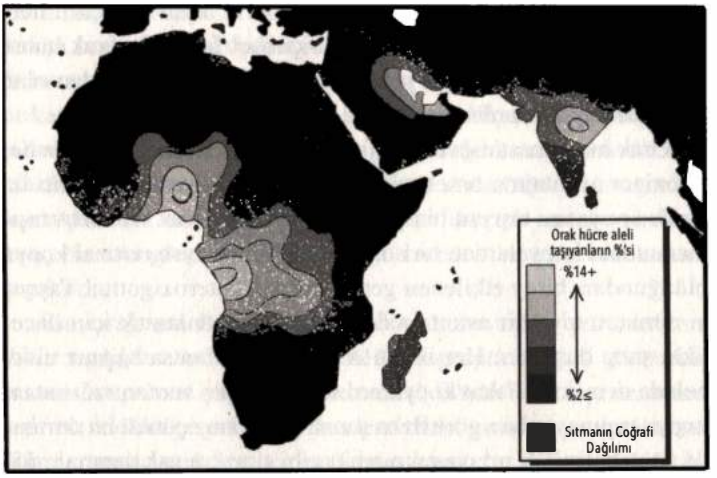
OHA mutasyonlarının *elenmeme* sebebi, şifrenin tek kopyasını taşıyan ve belirti görülmeyen taşıyıcıların, taşıyıcı olmayanlara göre sıtmaya karşı daha dirençli olmalarıydı. Sıtma da OHA gibi alyuvarları etkileyen bir hastalıktır. Fakat sıtma insandan insana sivrisinek ısırığıyla bulaşan bir parazit nedeniyle gelişir. Mutant

OHA alelinin tek kopyasını taşıyan kişilerin alyuvar biçimi normale göre az da olsa farklıdır. Bu biçimsel farklılık, orak hücre anemisinin gelişmesi için yeterli olmasa da sıtmaya neden olan parazitin alyuvarlarda yaşamasını engelleyebilir.

Orak hücre hastalığı biyolojiye giriş derslerinde genellikle heterozigot avantajına örnek olarak verilir. Belli tipte bir alelin iki farklı kopyasını taşıyan bireylere *heterozigot* denir. Bir OHA taşıyıcısındaki kopyalardan biri mutant alel, diğeriyse normal kopya olduğundan, birey etkilenen gen açısından heterozigottur. Taşıyıcı olmanın niye bir avantaja dönüşebildiğini anlamak için öncelikle şunu düşünün: Her iki OHA aleli de mutantsa başınız ciddi belada demektir. Fakat kopyalardan sadece biri mutantsa, mutant kopya taşımayanlara göre daha şanslı olursunuz çünkü bu durumda OHA belirtileri ortaya çıkmadığı gibi sıtmaya yakalanma riskiniz de daha düşüktür. Sıtmanın gerçek bir sorun olduğu bölgelerde mutant OHA geni doğal seçilimle iki farklı yöne çekilir. Orak hücre hastalığı ölümcül olabilir, öte yandan sıtma da ölümcül olabilir. Evrim bu iki tehdidi kâr-zarar açısından birbirine göre tartmıştır; sonuç olarak Orta Afrika'da sıtmaya en sık rastlanan bölgelerde, OHA'ya yol açan ama sıtmaya karşı koruyucu olan mutant aleller nüfusun yüzde 20'ye yakın kesiminde bulunur.

Tahmin edilebileceği üzere orak hücre hastalığı insan topluluklarında eşit dağılım göstermez. Ne de olsa OHA mutasyonu, sivrisineklerden ve sıtmadan görece azade bir bölgede, mesela Kuzey Avrupa'da yaşayan birine avantaj sağlamaz. Bu durumda sadece hastalığa yol açan bir mutasyondan ibaret olan alel o toplulukta kalıcı olmaz. O nedenle orak hücre hastalığına Avrupa toplumlarında hemen hiç rastlanmaz. Nitekim orak hücre hastalığının coğrafi prevalansı, sıtmanınkiyle şaşırtıcı derecede örtüşür.

Orak hücre hastalığının hikâyesinde ilginç ve şaşırtıcı olan son bir nokta var. Araştırmacılar evrimsel baskının mutant şifre üzerindeki itme-çekme etkisini anlamış olsalar da OHA'nın niye kalıcı olduğunu başlangıçta anlayamamışlardı çünkü orak hücre hastalığı sıtmaya göre çok daha ölümcüldür. Bilgisayar modelle-



Haritada orak hücre hastalığı genlerinin dağılımı ile sıtmaya neden olan plazmodyum parazitinin yayılımı karşılaştırılıyor. Orak hücre hastalığı sıtmaya karşı direnç sağladığı için, ikisinin coğrafi uzanımları belirgin biçimde örtüşür.

meleri tam tersini öngörüyordu: OHA'nın ortadan kalkması gerekirdi. Fakat modellemelerde, tarımöncesi çağlarda pek çok toplumda hâkim olan çokeşlilikten kaynaklanan önemli bir etken göz ardı edilmişti.

Çokeşli toplumların çoğunda erkeklerin küçük bir azınlığının birden çok eşi vardır. Bu erkekler olabildiğince fazla kadından çocuk sahibi olma ayrıcalığını yakalayabilmek için birbiriyle doğrudan rekabet eder ve çoğu erkek hiç çocuk sahibi olamaz. Erkekler arasındaki rekabet çok çetindir ve bir erkeğin geride bıraktığı çocuk sayısıyla genel sağlık, dayanıklılık ve cinsel güç arasında doğrudan ve güçlü bir ilişki vardır. Bu senaryoda, sıtmanın ve orak hücre hastalığının itme-çekme etkisinden ötürü, OHA allelerinin her ikisini de taşıyan ya da hiçbirini taşımayan erkeklerin akıbeti muhtemelen kötü olur; bu erkekler ya orak hücre hastalığından etkilenir ya da sıtmaya karşı hassastır. O nedenle çabuk üreyen, dominant erkekler taşıyıcı olur. Yüklü bir terimi ödünç

alırsak, bu "alfa" erkekler çok sayıda dişiden daha da fazla sayıda çocuk sahibi olur. Bu çocukların birçoğu erişkinliğe ulaşamaz çünkü modern çağ öncesi hayatın olağan dertleri, enfeksiyonlar ve yoklukların yanı sıra sıtma ya da orak hücre hastalığıyla da boğuşmak zorunda kalırlar. Fakat OHA taşıyıcısı ile haremi sürekli daha fazla bebek dünyaya getirecekleri için bu durum sorun yaratmaz.

Çokeşlilikte erkekler arasındaki doğrudan rekabetten ötürü sağlık ve sağkalım üzerindeki seçici baskılar tekeşliliğe kıyasla anlamlı ölçüde yoğundur. Bir erkeğin diğer erkekleri savuşturup harem kurabilmek için dört başı mamur olması gerektiğinden heterozigot avantajı daha da güçlüdür. OHA'ya yatkınlık ya da sıtmaya duyarlılık baskın erkeğin kaldıramayacağı bir zafiyettir. Çokeşlilik hiçbir zaman evrensel bir pratik olmamıştı ama belli zamanlarda, belli yerlerde orak hücre hastalığına neden olan gen mutasyonlarının çoğalmasını kolaylaştırmaya yetecek ölçüde yaygındı. Atalarının izini sıtma istilasının olduğu tropikal bölgelere dek sürebildiğimiz birçok kişi bugün hâlâ bu genetik hastalıktan mustarip.

Tek gen mutasyonuna bağlı diğer genetik hastalıklar arasında kistik fibroz, çeşitli hemofili türleri, Tay-Sacs hastalığı, fenilketonüri, Duchenne kas distrofisi ve daha yüzlercesi sayılabilir. Tıpkı OHA geni gibi bu genler de çekinik olduğundan, mutasyonun hastalığa yol açması için her iki ebeveynden de kalıtım yoluyla aktarılması gerekir. O yüzden bu hastalıklar oldukça nadir görülür. Fakat bütün olarak baktığımızda genetik hastalıklar seyrek değildir, bazı tahminlere göre insan nüfusunun yaklaşık yüzde 5'ini etkiler. Bunların hepsi ölümcül, hatta zayıf düşüren hastalıklar olmasa da genetik şifresinde hatalarla yaşayan yüz milyonlarca kişiden söz ediyoruz. Bu hataların çoğu kuşaklar önce ortaya çıktı ve onları taşıyan pek çok kişi heterozigot taşıyıcı oldukları için durumun farkında bile değiller. Hastalıktan mustarip olanlarsa, kendi durumundan haberdar olmayıp da büyük bir talihsizlik sonucu birbirini bulan iki taşıyıcının meyvesidir.

Birkaç genetik hastalığa çekinik değil de baskın bir mutasyon sebep olur. Bu durumda hastalığın ortaya çıkması için ebeveynlerin sadece birinden bozuk gen almak yeterlidir. Bu hastalıklar asla gizli saklı kalamadıkları için çok daha nadir görülürler; genetik hastalığa yol açan baskın bir mutasyon genellikle hızlı ve amansızdır. Fakat bu mutasyonların birkaçı ve sebep oldukları genetik hastalıklar kuşaklar boyu kalıcı olabilmişti. Örneğin Marfan sendromu, ailevi hiperkolesterolemi, nörofibromatozis tip 1 ve en sık rastlanan cücelik tipi olan akondroplazi. Bu hastalıklar genellikle anne ya da babadan kalıtımla geçer, ama mutasyon aile öyküsünde hastalık olmayan bir kişide kendiliğinden gelişse bile (ki bu oldukça sık görülür) ortaya çıkan hastalık, o bireyin çocuklarının yarısına aktarılır. O nedenle bu genetik hastalıklar ne yazık ki sporadik mutasyon sonucu hastalığın ortaya çıktığı kişilerin soylarında da hastalığı ebeveyninden alan bireylerin soylarında olduğu kadar kalıcıdır.

Genetik açıdan baskın hastalıklar arasında en iyi bilinenlerden biri olan Huntington hastalığı özellikle amansız seyreder. Belirtiler genellikle kırklı yaşların başları ila ellili yaşların sonlarında ortaya çıkar. Hastalığın başlamasıyla birlikte merkezi sinir sistemi işlevleri yavaş yavaş bozulur. Kaslarda güçsüzlük ve koordinasyon kaybıyla başlayan klinik tablo bellek kaybı, duygudurum ve davranış değişiklikleri, yüksek bilişsel işlevlerin kaybı, felç ve bitkisel hayata doğru ilerleyip, koma ve ölümle sonlanır. Beş ila on yıllık bir dönemde ıstırap verici düzeyde yavaş ilerleyen bu hastalığın şifası olmadığı gibi ilerlemesini yavaşlatacak bir tedavi de yoktur. Kendilerini nasıl bir çöküşün beklediğini bilen hastalar ve yakınları hastalık karşısında âciz kalır.

Bütün genetik hastalıklarda olduğu gibi Huntington hastalığına da genomdaki bir mutasyon neden olur. Fakat daha önce orak hücre hastalığında gördüğümüz gibi, bir genetik hastalık doğal seçilimle elenmek yerine kalıcı hale geliyorsa bunun bir sebebi olmalı. Bu durum taşıyıcıların değil, sadece kurbanların bulunduğu Huntington hastalığı gibi genetik açıdan baskın bir hastalık

için özellikle doğrudur. Batı ve Kuzey Avrupa'da her on bin kişiden birinde baskın ve ölümcül Huntington mutasyonu bulunur (en yüksek oranlar İskandinavya ve Britanya Adaları'ndadır). Bu oran kulağa çok yüksek gelmeyebilir ama sadece bu bölgelerde bile yüz binlerce hasta olduğu anlamına gelir. Asya topluluklarında Huntington mutasyonlarının yüzdesi Avrupa'dakine göre çok daha düşük olmakla beraber, Asya'nın kalabalık nüfusunu göz önüne alacak olursak, bu hastalıktan etkilenen kişi sayısı çok daha fazladır. Bu durumda akla şu soru geliyor: Huntington hastalığı bu denli ölümcülse nasıl bu kadar yaygın olabilir?

Yanıt nerdeyse Huntington hastalığının kendisi kadar acımasızdır. Huntington hastalığı vurduğunda hasta aktif üreme çağını geride bırakmış olduğundan hastalık genini zaten çocuklarına aktarmış olabilir. Kurban ölürken hastalık alelini de beraberinde götüreceği yerde bu zalim genetik mirası çocuklarına bırakır.

Huntington hastalığının ardındaki genetik mekanizma ancak on dokuzuncu yüzyılın sonlarında anlaşıldı. Öncesinde hastalığın bu denli basit biçimde aktarıldığı bilinmiyordu. Artık neyin ne olduğu açıkça biliniyor elbette ama iki ya da üç yüzyıl öncesine kadar insanların çoğu kırk yaşını göremeden öldüğü için Huntington hastalığının doğası kısmen belirsizdi. O dönemde insanları kırklı yaşlarına erişemeden öldüren o kadar çok hastalık ve enfeksiyon vardı ki, Huntington hastalığı bir soyağacında kendini şimdiki kadar net belli etmiyordu. Üstelik o dönemlerde hem kadınlar hem de erkekler, şimdi gelişmiş ülkelerde olduğundan çok daha erken yaşlarda çocuk dünyaya getirme eğilimindeydiler. Kırk yaşına dek yaşayan biri yaşlı bir büyükanne ya da dede sayılıyordu ve Huntington hastalığı gibi yavaş ve özgün olmayan belirtilerle başlayan bir hastalık ya demansla karıştırılıyor ya da sadece yaşlılığa atfediliyordu.

Huntington hastalığı geç başlangıcından ötürü doğal seçilime pek söz hakkı tanımadan aktarılabilir. Seçici kuvvetler yalnızca üremeyi ya da sağkalımı –yani üreme çağı boyunca sağkalımı– doğrudan veya dolaylı etkileyen kalıtsal özellikler üzerinde etki-

sini gösterir. Onun ötesinde genler bir sonraki kuşağın gen havuzuna geçmiş olur. Huntington hastalığı gibi bir illet kişinin sahip olduğu çocuk sayısını pek etkilemediğinden, büyük ölçüde doğal seçilimin kör noktasına düşer.

İnsan topluluğunda genetik hastalıklar şaşırtıcı derecede sık görülür; bu hastalıklar genellikle ya ölümcüldür ya da zayıf düşürür. Çoğu kalıtsaldır ve ister kuşaklar boyunca süregelsin ister sporadik mutasyon sonucu ortaya çıkmış olsun, hepsinin kökeninde DNA planımızdaki hatalar yatar. Kromozomlar kırılır, DNA mutasyona uğrar, genler tahrip olur. Ve evrim bazen bunları durdurmakta âciz kalır.

Bu kadarı yetmezmiş gibi genomumuz bir başka korkunç saldırıya daha göğüs germek zorundadır: virüslere.

Virüs Mezarlığımız

İnsan genomu bir amaca hizmet etmeyen yalancı genler ve zararlı hastalık genleriyle dolu olduğu gibi, geçmişteki viral enfeksiyonların da kalıntılarını taşır. Garip görünse de bu viral enkazlar genomda yaygın bulunur; vücudunuzdaki toplam DNA harfleri içinde viral DNA'nın yüzdesi genlerinkinden fazladır.

Retrovirüsler denen virüs ailesi sayesinde bütün hücrelerinizde çok eskilerden kalma virüs DNA'sı taşıyorsunuz. Retrovirüsler, hayvan hücrelerini enfekte eden virüs çeşitleri içinde belki de en fenasıdır. Bir retrovirüs yaşam döngüsünün bir aşamasında, saf DNA'dan oluşmuş bir parazit gibi davranarak, genetik maddesini konak hücrenin DNA'sıyla birleştirir. Virüs, genetik madde yumağına bir kez yerleştikten sonra darbeyi indireceği en uygun zamanı kollar ve o an geldiğinde indirdiği darbe felaketle sonuçlanabilir.

En iyi anlaşılmış retrovirüs HIV'dir. HIV insan T hücresine girdiğinde, virüs sadece RNA'dan (DNA ile yakından ilişkili bir genetik şifre molekülü) yapılmış birkaç gen ve ters transkriptaz (*reverse transcriptase*: RT) denen bir enzim içerir. Virüs kılıfından soyunup enfeksiyonu başlattıktan sonra RT enzimi viral RNA'nın

DNA kopyasını oluşturur. Bu DNA kopyası konak hücrenin masum bir kromozomuna yerleşir. Konak hücre genomuyla birleştikten sonra A, C, G ve T dizilerinin arasında mükemmelen saklanarak belirsiz bir süre bekleyebilir. Kafasına estiği gibi yuvasından çıkıp geri dönebilir. Çıktığında viral saldırının aktif dönemi başlar. Geri döndüğündeyse virüs uykuya dalar. Bu nedenle HIV enfeksiyonu olan kişilerde zaman zaman gelişen ağır hastalık dönemlerini, nispeten iyi dönemler izler.

İşte bu yüzden HIV enfeksiyonunun kesin tedavisi hâlâ mümkün değil. Virüs DNA'nın içinde yaşar, konak hücreyi öldürmeden onu öldüremezsiniz. Bütün T hücrelerini öldürmek de bir seçenek değil çünkü onlarsız bağışıklık sistemimiz çalışmaz. AIDS tedavisinde büyük başarı elde etmemizi sağlayan güncel tedaviler, hastanın geri kalan yaşamı boyunca virüsü uykuda tutar.

Virüs elbette ebeveynlerden çocuklara genetik olarak aktarılmaz (ama anneden çocuğa doğum sırasında veya öncesinde çapraz enfeksiyonla bulaşabilir). Hastalık kalıtsal değildir çünkü virüs sadece T hücrelerini enfekte eder, T hücreleri de ebeveynden çocuğa gen aktarımında rol oynamaz. Bunu sadece sperm ve yumurta hücreleri yapabilir. Ne var ki eğer bir retrovirüs, sperm ya da yumurtayı oluşturacak hücrelerden birini enfekte ederse çocuk ebeveyninden gerçek anlamda viral genomu alabilir. Bu durumda çocuk, vücudunun her bir hücresindeki kromozomlarda, kötücül içeriğini masum konağına boşaltmak için bekleyen trilyonlarca minik Truva atı gibi saklanmış virüsle doğar. Virüs ebeveynin sadece sperm ya da yumurtayı oluşturan hücresinde olduğu halde çocuğun her yerindedir!

Kalıtımla aktarılan bu viral DNA'nın çoğalmak için aktif enfeksiyon oluşturması gerekmez. Hatta hiç virüs üretmese de olur. Virüs genomu DNA'ya bir kez girdi mi, ne olursa olsun aktarılır. Bu, virüs için mutlak zaferdir; yayılmak için başka hiçbir şey yapması gerekmez.

Bu olay insanlık tarihinde sayısız kez gerçekleşti, sonucu da hâlâ bizimle birlikte olan viral enkazlar. Neyse ki onca zaman

içinde geçirdikleri yoğun mutasyonlardan ötürü hemen hiçbiri artık enfeksiyon oluşturamaz. (Gerçi daha sonra göreceğimiz gibi, ölü viral DNA da zarar verebilir, hatta verir.)

Vücudunuzdaki her hücrenin DNA'sının yaklaşık yüzde 8'i geçmişteki viral enfeksiyonların kalıntılarını içerir; bu da neredeyse yüz bin viral enkaz demek. İnsanlardaki bu viral enkazların bir kısmı kuşlar ve sürüngenler gibi uzak akrabalarla dahi ortaktır. Bu ortaklık, söz konusu enkazlara neden olan ilk viral enfeksiyonların yüz milyonlarca yıl önce gerçekleşmiş ve viral genomların o zamandan bu yana sessiz sedasız ve amaçsızca aktarılmış olduğu anlamına gelir.

Vücudumuz görev aşkıyla her birini, her gün yüz milyonlarca kez kopyalasa da işin aslı şu ki bu viral cesetlerin çoğu işlevsizdir. Neyse ki parazitik viral genomlarımızın tamamı ya da tamamına yakını sessizleşip gerçekten de enkaz benzeri bir hal almış olduğundan, bunlar hücrelerimize aktif virüs salıvermek gibi bir kötülük yapmaz. (Bir bilimkurgu macerası için işte size bir fikir: Kötü niyetli bir dâhi DNA'mızda eskiden beri pusuya yatmış uykudaki virüsleri uyandırmanın yolunu bulur. Böyle bir durumda vücudumuz muhtemelen kendini içten içe çabucak yok ederdi.)

Genetik olarak aktarılan bu virüsler çoğu zaman uykuda olsalar da etkisi zaman zaman bugüne de sirayet eden kanlı bir geçmişe sahipler. Diğer genleri bozma eğilimlerinden ötürü yıllar içinde birçok kişinin ölümüne sebep oldukları kesin. Retroviral genomlar oradan oraya sıçrayıp kromozomlara rasgele yerleşebilir, zücaciye dükkânına giren fil misali her şeyi kırıp dökebilirler. Çünkü artık virüs üretemeseler bile oraya buraya dalıp çıkabilme özelliğini hâlâ taşıdıkları için önemli bir gene yerleştikleri zaman büyük zarar verebilirler. Bu yeterince garip değilmiş gibi, anlaşılan *kendi* DNA parçalarımız da genom içinde oradan oraya sıçrama kabiliyetine sahiptir.

Sıçrayan DNA

Belki de en şaşırtıcı ve kesinlikle en bol bulunan amaçsız DNA'yı sona sakladım. Genomumuzda transpozon ya da yer değiştirebilen elemanlar (YDE) adını verdiğimiz tekrarlanan dizilerden oluşmuş DNA bölgeleri bulunur. Transpozonlar gen değildir; bunlar hareket edebilen, hücre bölünmesi sırasında yer değiştiren ve yukarıda bahsettiğimiz retrovirüs genomlarından çok da farklı olmayan kromozom parçalarıdır.

Garip mi geldi? O halde kuramın ilk kez 1953'te Barbara McClintock tarafından ileri sürüldüğünde ne kadar saçma göründüğünü bir düşünün. Bu kuram McClintock'un, mısır yapraklarında kalıtımla gelişigüzel aktarılan renkli şeritlerle ilgili tuhaf genetik fenomene getirebildiği tek açıklamaydı. Bilim dünyası ona inanmadı ve fikirlerini bir an bile düşünmeden reddetti. Fakat McClintock mısır bitkileriyle yaptığı yüzlerce zahmetli deneyle kuramını geliştirmek için bıkıp usanmadan çalıştı. Kuramını ileri sürmesinin üzerinden yirmi yılı aşkın zaman geçmişti ki transpozonlar bu kez daha "geleneksel" araştırma grupları tarafından bakterilerde keşfedildi ("geleneksel" sözcüğünü "erkekler öncülüğünde" anlamında müstehzi bir tonda kullanıyorum). Böylece bilim dünyası McClintock'un çalışmalarını tekrar gözden geçirince onun haklı olduğunu itiraf etmek zorunda kaldı. McClintock 1983'te bilim dünyasının en itibarlı ödülü olan Nobel Ödülü'ne layık görüldü.

Alu adlı transpozon, genomumuzdaki bu tuhaf elemanların, bu "sıçrayan" DNA parçalarının nasıl oluştuğuna iyi bir örnektir. İnsanlarda ve diğer primatlarda en çok bulunan transpozon olduğu için *Alu* en iyi bildiğimiz örnektir. İnsan genomunda *bir milyon* kopyası vardır. Bu kopyalar her yere, her kromozoma, genlerin içine ve arasına dağılmıştır. İnsan genomuna nasıl girdiklerinin hikâyesi inanılmaz ve tamamen olasılık dışı görünen bir hikâyedir.

Yüz milyon yıl önce yeryüzünde yaşamış bir canlının geno-

munda bulunan *7SL* adlı gen garip bir şey yapmıştı.[3] Günümüzde bakteriler ve mantarlardan insana, her organizmanın her hücresinde *7SL*'nin protein yapımına yardımcı olan bir biçimi bulunur. Fakat çok eskiden yaşamış bir memelinin bir sperm ya da yumurta hücresinde moleküler bir hata oldu. İki *7SL* RNA molekülü uç uca birleşti. Tesadüfe bakın ki aynı hücrede bir retrovirüs enfeksiyonu vardı ve virüslerden biri bu şekli bozuk çift-*7SL* RNA molekülünü farkında olmadan alıp onun DNA kopyalarını yapmaya başladı. Daha sonra bu DNA kopyaları tekrar bu anonim memelinin genomuna yerleşip *7SL*'nin çok sayıda kopyasını üretti: normal biçimin bir kopyası (ki bunu hâlâ taşıyoruz) ve kaynaşmış biçimin birçok kopyası. Bunda bir gariplik olduğunu fark etmeyen hücre, kaynaşmış *7SL* genlerinden normal genlermiş gibi transkripsiyon yoluyla RNA sentezledi. Retrovirüs yeniden bu RNA ürünlerini alıp onların DNA kopyalarını çıkardı. Bu kopyaların bir kısmı genoma yerleşti ve döngünün defalarca tekrarlanmasıyla kopyalar her basamakta katlanarak çoğaldı. Hücrenin ve virüsün, şimdi *Alu* adını verdiğimiz kaynaşmış *7SL* elemanlarından ilk başta kaç tane ürettiğini bilemiyoruz ama binlerce olduğu kesin.

Tamamen şans eseri, o sperm ya da yumurta hücresinden gelişen yavru bütün kemirgenleri, tavşanları ve primatları içeren supraprimatlar adını verdiğimiz memeliler grubunun atasıydı. Öyle olduğunu biliyoruz çünkü bu tuhaf *Alu* elemanının yüz binlerce kopyası bu hayvanların hepsinde bulunduğu halde başka hiçbir hayvanda bulunmaz.

Garip biçimde deforme olmuş bir genin yüz binlerce kopyasının bir organizmanın genomunda bulunmasıyla sonuçlanan bu boyutta bir moleküler kazanın, söz konusu hayvanda ciddi, olumsuz sonuçlar doğurmuş olacağını düşünmekte haklısınız. Ama günümüzde supraprimatların varlığı hiç de öyle olmadığını ya da en azından hemen olmadığını gösteriyor. Bu kopyalama ve eklemelerin çoğu DNA'nın pek de önemli olmayan bölümlerinde zarar vermeden gerçekleşti. Bu ilk organizmadan yavrusuna geçen *Alu* dizileri sonunda o kadim türde ve torunlarında sabitlendi. O za-

mandan bu yana *Alu* kendini kopyalayarak, yayılarak, mutasyona uğrayıp kendini genoma tekrar tekrar ekleyerek beceriksizce, kör topal yoluna devam etti. Bu kör topal ilerleyiş çoğu zaman zararsız olsa da bazen büyük zarar verebiliyor.

Aslında o bir milyon rasgele eklemenin genoma verebileceği zararı görmek için evrimsel geçmişimizde çok da gerilere gitmeye gerek yok. Bugüne kadar başıboş *Alu* eklemelerinin yol açtığı genetik hasar, insanları çeşitli hastalıklara duyarlı hale getirdi. Örneğin *Alu* ve diğer transpozonlar hemofili A, hemofili B, ailevi hiperkolesterolemi, ağır kombine immün yetmezlik, porfiri ve Duchenne kas distrofisinden sorumlu "bozuk" gen alellerini yarattı. *Alu* bu önemli genlerin ortasına dalıp onları ya tamamen tahrip etti ya da ağır hasara uğrattı. Bütün bunların yanı sıra *Alu* ya da diğer transpozonlardan kaynaklanan bozulmalar tip 2 diyabet, nörofibromatoz, Alzheimer hastalığı ve meme, kalınbağırsak, akciğer ve kemik kanserlerine karşı genetik yatkınlık yarattı. Bu genetik *yatkınlıklar*, genin tamamen tahrip olmayıp zayıfladığı anlamına gelir. Öyle bile olsa, bu genetik hasar son birkaç kuşak boyunca hiç şüphesiz milyonlarca insanı öldürdü.

Transpozonların varlığı evrimin gerçek bir başarısızlığı gibi görünebilir; sonuçta doğal seçilimin bu şekilde zarar veren genetik maddeyi bertaraf etmesi gerekmez mi? Fakat evrimin sadece birey düzeyinde değil, aynı zamanda gen, hatta herhangi bir proteini şifrelemeyen küçük bir DNA parçası düzeyinde de işlediğini akıldan çıkarmamak gerek. Evet, rasgele mutasyonlar birey açısından dezavantajlı olduğu halde kendini kopyalama gücü sayesinde varlığını sürdürebilir. Richard Dawkins *Gen Bencildir* adlı kitabında bu önemli kavrayışı anlatır. *Alu* gibi küçük bir DNA parçası kendi kendisinin kopyalanmasını ve çoğalmasını destekleyecek şekilde davranabilirse, hayvan konağını üremeden önce öldürecek ölçüde zarar vermediği sürece –ki elbette bazen olan bir şeydir bu– verdiği zarara bakmaksızın doğal seçilim tarafından kayırılabilir. Fakat *Alu* örneğinde, bu küçük genetik şifre parçası çoğalma konusunda öyle yetkindir ki, zaman zaman aşırıya kaça-

rak konağın ölümüne yol açsa bile bununla baş edebilir.

Çeşitli *Alu* dizilerinin hepsini –DNA'nıza dağılmış bir milyondan fazla kopyayı– toplasak, sırf bu moleküler parazit toplam insan genomunun yüzde 10'undan fazlası eder. Üstelik bu sadece *Alu* için yaptığımız hesap. Eğer bütün transpozon eklemelerini toplarsanız oran insan genomunun yüzde 45'ine yaklaşır. İnsan DNA'sının neredeyse yarısı kendi kendini kopyalayan, çok sayıda tekrarlanan, tehlikeli biçimde sıçrayan ve vücudun görev aşkıyla milyarlarca hücresinin her birinde kopyalayıp koruduğu, genetik açıdan tamamen saçma dizilerden oluşur.

Bitirirken: Şans mı Şanssızlık mı?

Bu kitapta tekrar tekrar göreceğiniz üzere, belli kusurlar doğanın içine işler. Bunlar sistemdeki arızalar değil, deyim yerindeyse sistemin ayırt edici özellikleridir. O nedenle DNA'mızda hiçbir işe yaramayan bir milyon *Alu* dizisi taşıyıp kopyalamamız kesinlikle tuhaf bir durum olsa da bu tuhaflık vücudumuzun tabiatında var. Ve şans eseri ortaya çıkıp zamanla özelliğimiz haline gelen kimi unsurlar gibi *Alu* da bize çok nadir görülen, umulmadık bazı faydalar sağladı.

Alu, DNA'ya hemen her zaman zarar veren ama kimi zaman da faydalı değişikliklere yol açan mutasyon yaratma eğilimiyle bize yardım etti. Genomda oradan oraya sıçrayan *Alu* organizmaların mutasyon hızını artırır, hatta kimi zaman kromozomların kırılıp ikiye ayrılmasına neden olur. Kulağa çok kötü geliyor çünkü mutasyonlar ve kromozom hasarı, gerçekleştiği bireylerde hemen her zaman kötü sonuçlanır ama uzun vadede aslında faydalı da olabilir. Zira mutasyon hızlarının yüksek olduğu bir hayvan soyu, bütün o mutasyonlardan ötürü neslinin tükenmediğini varsayarsak, uzun vadede daha kolay adapte olabilir ve genetik açıdan daha kolay şekillendirilebilir.

Alu mutasyonları nedeniyle acı çeken ve hayatını kaybedenler için züğürt tesellisi olsa da, yararlı bir mutasyonun nadiren ortaya

çıkması evrimin gidişatını çarpıcı biçimde değiştirebilir. Bunu takdir edebilmek için çok uzun vadeli bir bakış açısı gerekir ama ender görülen yararlı mutasyonlar doğal seçilimin yeni adaptasyonlar üretmesi için gerekli hammaddeyi sağlar. Bunun en ünlü örneği, türümüzün mükemmel bir renkli görme özelliğine sahip olmasını sağlamış olan mutasyondur.

Yaklaşık otuz milyon yıl önce, bütün Eski Dünya maymunlarının ve kuyruksuz maymunların (insanlar dahil) atasında gelişen rastlantısal bir *Alu* eklenmesi sonucunda çok çeşitli renkleri görebilmemiz mümkün hale geldi. Retinamızda ışığın belli dalga boylarını, bir başka deyişle renkleri algılamak üzere özelleşmiş koni denen yapılar bulunur. Konilerdeki opsin adlı proteinler farklı renklere yanıt verir ve otuz milyon yıl öncesinde atalarımızda opsin proteinlerinin, farklı renklere yanıt veren iki farklı biçimi vardı. Derken gen ikilenmesi ya da duplikasyonu dediğimiz bir olay nedeniyle mutlu bir genetik kaza yaşandı.

Basitçe ifade etmek gerekirse, bir *Alu* elemanı genomda her zamanki gibi serserilik yaparken opsin genlerinden birinin çok yakınındaki bir kromozoma girdi. Kendini kopyaladıktan sonra o kromozomdan ayrıldı ama istemeden opsin genini de eksiksiz olarak kopyalamış ve kopyayı beraberinde taşımıştı. Bu yeni kopyalanmış *Alu* elemanı genomda başka bir yere girerken opsin geninin kopyasını da yanında getirdi. Böylece opsin geninin iki çeşidini taşıyan bu şanslı maymun üç çeşit opsin genine sahip oldu. Buna gen ikilenmesi denir.

Gen ikilenmesi *Alu*'nun normal davranışıdır –zaten bu yüzden genomumuzda bu kadar çok kopyası vardır– ama opsin geninin bu süreçte dört dörtlük kopyalanıp genoma tekrar eklenmesi neredeyse mucizevi bir olaydı. Başlangıçta fazladan gen, kopyalandığı gene özdeşti. Fakat bu maymun türü, iki yerine üç opsin genine sahip olduktan sonra üç gen birbirinden ayrı mutasyonlar geçirerek ayrı yollardan evrilmekte özgürdü. Mutasyonlar ve doğal seçilimle rötuşlanmayı takiben bu eski zaman maymunlarının retinasında, başlangıçta renk algılayan iki koni türü varken, artık üç

tip vardı. Biz dahil bu maymunların torunlarının hepsinde üç farklı tipte koni bulunur ve bu özelliğe trikromasi denir.

Trikromasi hayvanlarda övgüye değer bir özelliktir çünkü iki yerine üç tip koniye sahip olmak, retinanın daha geniş bir renk yelpazesini görebilmesine olanak tanır. Kuyruksuz maymunlar ve Eski Dünya maymunları, kedi köpeğe göre çok daha zengin bir renk paletini görebilir. Bu gelişmiş renk saptama özelliği, yağmur ormanlarındaki habitatlarında atalarımızın çok işine yaradı. Atalarımızın *GULO* geni milyonlarca yıl önce bozulduğu için meyve bulmak bu kuyruklu ve kuyruksuz maymunlar açısından çok önemliydi ve renk görme özelliğinin çok daha gelişkin olması, balta girmemiş ormanlarda olgun meyve bulmalarında büyük kolaylık sağladı. Demek ki, sahip olduğumuz üstün görme becerimizi aylak aylak dolaşan *Alu* elemanının yol açtığı bir mutasyona borçluyuz.

Opsin geninin ikilenmesi ve bunun sonucu olan trikromasi, son derece ihtimal dışı bir dizi olayın gerçekleşmesiyle ortaya çıktı ama evrim böyle bir şey işte. Çılgınca şeyler olabilir. Sonuç çoğu zaman kötüdür ama iyi olduğunda da *sahiden* iyidir.

4

Homo sterilis

İnsanların dişilerinde yumurtlama zamanı ve döllenme için doğru zaman niye diğer hayvanlardaki kadar kolay anlaşılmaz? İnsanda sperm hücreleri neden sola dönemez? Primatlar içinde niye doğurganlık hızı en düşük, bebek ve anne ölüm hızı en yüksek olan tür insandır? Muazzam büyüklükteki kafatasımız bizi neden henüz hazır olmadığımız halde doğmaya mecbur eder? Ve daha fazlası...

EVRİMİN önkoşullarından biri, hatta belki de en önemlisi, bir türün üremek ve çok sayıda yavru dünyaya getirmek zorunda olmasıdır.

Çünkü doğada yaşam bitmek bilmeyen bir mücadeledir. Modern tıbbın sayesinde biz kapsam dışı kalsak da diğer bütün türlerde dünyaya gelen bireylerin çoğu ana baba olacak yaşa erişemez. Darwin'in en önemli tespitlerinden biriydi bu. Darwin bütün organizmaların sürekli üreyip çok sayıda yavru vermesine rağmen topluluk nüfusunun üç aşağı beş yukarı aynı kaldığını fark etmişti. Yani yaşam mücadelesinde çoğu birey başarısız oluyordu.

Bir tür ancak çok sayıda yavru üreterek hayatta kalma ve rekabet etme şansına sahip olabilir. Bazı türler daha az sayıda yavru dünyaya getirir ama yavrularına daha iyi bakar, diğerleriyse sürüyle yavru dünyaya getirir ama onlarla ilgilenmez. Fakat bütün türlerde, bireyin yaşamının *tek* amacı değilse bile temel amaçlarından biri verimli üremedir. Çoğalmak hepimiz için doğuştan gelen bir dürtü ve bir türün hayatta kalmasının yegâne yoludur.

Elbette canlılar, hatta insanlar üremeyi böyle hedef odaklı bir çerçevede düşünmez. Yavrumuzun hayatta kalmasını, genlerimi-

zin sonraki kuşaklara aktarılması için değil, içgüdüsel ebeveynlik dürtümüzden ötürü isteriz. Ama gerçek ortada: Hepimiz genlerimizi aktarma isteği duymaya programlıyız.

Canlıların genetik mirası aktarma işini güvence altına almalarının tek yolu vardır: hiç değilse bir ya da iki yavrunun sağ kaldığından, büyüyüp geliştiğinden ve kendi yavrusunu dünyaya getirdiğinden emin olmak. Pratikte yavruların birçoğunun öleceği kesindir; bir yırtıcı ya da rakip öldürmezse bir enfeksiyon öldürür. O nedenle doğal seçilim baskısı bütün hayvanlara inanılmaz bir üreme dürtüsü bahşetmiştir.

İnsanların gezegendeki diğer bütün türleri geride bırakmış olmasından yola çıkarak üreme işinin ustası olduğumuzu düşünebilirsiniz. Ama aslında insanda üreme verimsizdir, hem de *son derece* verimsiz. Hayvanlar âleminde en verimsiz üreyen türlerden biriyiz çünkü sperm ve yumurta üretiminden çocuklarımızın hayatta kalmasına dek üreme sürecinin hemen hemen bütününü etkileyen hatalarımız ve kusurlarımız var. Bu sürecin verimsiz olduğunu söylüyorum çünkü bir memeli çiftinin bizden çok daha fazla yavru üretebilmesi gerekir. Nitekim bizim dışımızdaki memelilerin çoğu bu konuda bizden daha iyi iş çıkarır. Elinizde doğurgan iki kedi varsa bir-iki yıl içinde yüzlerce kediniz olabilir. Söz konusu olan iki insansa, bir-iki yıl sonra buna *belki* bir insan eklenebilir. Evet, insanların olgunlaşması ve gebe kalması daha uzun sürer ama az sonra göreceğimiz gibi üremedeki tek kısıtlılığımız bu değil.

Üremedeki verimsizliğimiz, en yakın akrabalarımız dahil diğer memelilerin üreme becerisinin yakınından bile geçmez. Gariptir ki bunun neden böyle olduğuna dair pek az açıklama var. Üreme güçlüklerinin sebeplerini kısmen biliyor olsak da çoğunu bilmiyoruz. İnsanlarda bir yığın nedenle üreme sorunu olabilir.

Dünya nüfusunun yedi milyarı aştığını düşünecek olursak, bebek dünyaya getirme konusunda bu denli verimsiz olduğumuza inanmak zor. Fakat bu konudaki noksanlarımız bir açıdan olağanüstü evrimsel başarımızı daha da etkileyici kılıyor.

Kısırdöngü

Verimsiz üreme özelliğimizden tek bir sorunu sorumlu tutmak cazip gelebilir; örneğin hem anne hem de bebek açısından doğumu tehlikeli kılan kocaman bir kafatasının içinde bulunması gereken kocaman beynimizi. Ama mesele o kadar basit değil. Sperm ve yumurta hücresinin oluşumundan bebeklerin sağ salim büyümesine dek üreme sürecinin bütünü, insan üreme sistemindeki tasarım kusurlarının çeşitliliğini ortaya koyan sorunlarla dolu. Aslında insan üreme sisteminin her yerinde, bildiğimiz diğer bütün memelilerdekinden daha fazla biyolojik kusur mevcut. Bu açıdan baktığımızda bizde cidden bir sorun var.

Bu verimsizliklerin bir şekilde adaptasyon amaçlı olduğu iddia edilebilir; belki de bunlar nüfus artışının kontrolü gibi bir amaca hizmet ediyordur. Bu olasılığın da kısaca üzerinde duracağım ama şimdiden şunu söylemeliyim ki gerçekten böyle olsaydı, pek üzücü bir taviz vermiş olurduk. Zira diğer türler aynı sonuca çok daha zekice tasarlanmış yollardan geçerek vardılar. Örneğin yardımcı kurtlar üremekten feragat edip onun yerine akrabalarına bakarlar ama *vücutlarında* bir terslik yoktur ve üreme anatomileri normaldir. Sosyal yapı gereği bazı kurtlar bekâreti tercih eder ki bu tercih, gruptaki alfa kurdun ölümü ya da mağlubiyetiyle değişebilir.

Oysa insanlarda öyle değil. Birçok kişi açısından kısırlık (infertilite) bir seçim değildir ve genellikle, çoğu yakın dönemde kaydedilmiş tıbbi ilerlemelerin yardımı olmadan düzelmez. Yardımcı kurtlar ya da işçi arılar, erkek karıncalar veya grubun iyiliği için kendi üreme şansını feda eden herhangi bir canlıyla kıyaslama yapmak biyolojik açıdan uygun olmadığı gibi, kısırlığın getirdiği hüsranı ve acıyı yaşamış biri için düpedüz acımasızlıktır. Bu insanların sayısı *milyonları* bulur. Uzun süreli ya da kalıcı üreme güçlüğü çeken insanların yüzdesi hayret verici boyutlardadır.

Kısırlığın aileden gelebildiğini –buradaki kara mizahı hazmet-

mek için bir an durup düşünün– ve genellikle herhangi bir iç ya da dış belirti göstermediğini düşündüğümüzde bu gerçek daha da hayret verici hale gelir. İşçi arılar, yardımcı kurtlar ve benzerleri, grup içindeki rollerini ve bu rolden ötürü üremediklerini *bilirler*. Oysa insanların, üremeyle ilgili sorunları olduğuna dair hemen hiçbir zaman en ufak bir fikri olmaz, ta ki gebe kalmaya çalışana dek.

Hepimiz, o ya da bu nedenle çocuk sahibi olamayan insanlar tanırız. Tahminler coğrafi bölgeye ve *kısırlık* teriminin nasıl tanımlandığına göre değişiyor ama çalışmaların çoğunda, gebe kalmaya çalışan çiftlerin yüzde 7 ila 12'sinin kalıcı sorunlar yaşadığı bildiriliyor. Üreme sorunları kadın ve erkeklerde eşit oranda görülüyor ve vakaların yaklaşık yüzde 25'inde eşlerin *her ikisinde* de sorun olduğu anlaşılıyor.

Bu dertten mustarip olanların bildiği üzere üreme sorunları ruh sağlığı üzerinde benzersiz, ağır bir etki gösterir. Çok daha ciddi fiziksel yeti kaybına yol açtığı halde duygusal açıdan bu denli acı verici olmayan yüzlerce hastalık ve sağlık sorunu vardır. Çocuk sahibi olamamanın düşüncesi bile birçok kişiyi derinden yaralar. Çoğu insan üreme dürtüsüyle yaşar ve başarısız olduğunda kurban hiçbir suçu olmadığı halde can evinden vurulur, kalbi kırılır, özgüveni yerle bir olur.

Kısırlığın getirdiği damgalanma ve utanç bir yana, hepimiz hayatımızın bir döneminde kısırdık. İnsanların cinsel olgunluğa erişmeden önce yaşadığı kısırlıktan söz ediyorum elbette; tam anlamıyla kısırlık olarak düşünmesek de türün üremesi söz konusu olduğunda erişkinlikteki kısırlıkla çok benzer etkileri olan o sessiz dönemden.

Öncelikle, insanlar diğer memelilerin çoğuna, hatta en yakın akrabalarımıza kıyasla daha geç olgunlaşır. İnsanda olgunlaşma şempanzelerdekine göre ortalama iki-üç yıl, bonobo ve gorillerdekine göre ise dört-beş yıl uzun sürer. Tabii ki bunun için haklı gerekçelerimiz var. İnsanda bebeğin başı büyük olduğundan kadın pelvisinin doğuma izin verecek ölçüde geniş olması önemlidir. Eğer kadın ufak tefekse, doğum sırasında ölme riski, mevcut

riskin (bu konuya daha sonra geleceğim) çok çok üzerine çıkar. Gerçi bu durum, erkekte ergenliğin geç, hatta dişidekinden de geç gelişmesinin sebebini açıklamaz ama böyle olması türün üreme kapasitesini pek etkilemez zaten. Birçok erkek, hatta erkeklerin çoğu kısır olsa bile erkekler ve spermleri bir türün üremesinde asla sınırlayıcı etken değildir.

Kadınlarda ergenliğin diğer dişi primatlardakine göre geç gerçekleşmesi türümüzün üreme verimini düşürür çünkü gecikmiş doğurganlık, dişinin üreyecek kadar hayatta kalamama olasılığını artırır. Unutmayın ki Pleistosen'de, hatta Taş Devri'nden erken modern döneme uzanan süreçte, yaban hayatta ani ve trajik ölümler çok daha fazlaydı. Bu da demek oluyor ki bir dişinin üremeksizin geçirdiği her yıl, geride çocuk bırakmadan ölme olasılığını artırıyordu. Günümüzde bu o kadar da büyütülecek bir mesele değil belki ama türümüzün geçmişinin büyük bölümünde önemli bir sorun teşkil etmiş olmalı. Modern tıbbın gelişmesine dek insanlarda ölüm oranları, şimdiki gibi sadece ileri yaşlarda artmıyordu, hayat boyu yüksekti. İnsanlık tarihinin büyük bölümünde pek çok insan genç yaşta, çocuk sahibi olamadan öldü.

Dolayısıyla cinsel olgunlaşma yaşı, sadece insanların değil bütün türlerin üreme kapasitesinde ilk sınırlayıcı etkendir. Sözgelimi soyu tehlike ya da tehdit altındaki türlerden hangilerinin yasal düzenlemelerle korunmaya en fazla ihtiyacı olduğu belirlenirken üreme olgunluğuna erişme yaşı kritik bir faktör olarak ele alınır. Örneğin mavi yüzgeçli ton balığı genellikle korunması gereken bir balık türü olarak geçer; sadece yıllardır devam eden aşırı balıkçılık faaliyetlerinden ötürü değil, dişileri ancak yirmi yaşında cinsel olgunluğa erişebildiği için. Yani aşırı avlanmayla azalan balık nüfusunun yeniden artışı çok yavaş gerçekleşir. Fakat insanlar, yıllar süren üreme öncesi dönemi aşıp cinsel olgunluğa eriştikten sonra dahi, genetik aktarımın önemli araçları olan yüksek kaliteli sperm ve yumurta hücresi üretmekte genellikle sıkıntı çekerler.

Önce erkeklerle başlayalım. Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi tarafından 2002'de yapılan bir çalışmada, kırk beş yaş altı er-

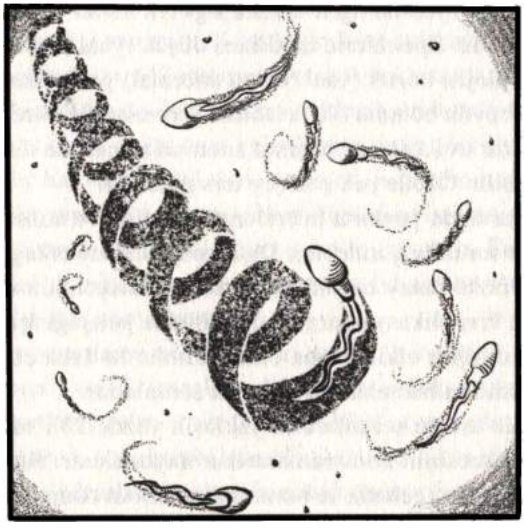
keklerin yüzde 7,5'inin kısırlık şüphesiyle doktora gittiği tespit edildi. Bu erkeklerin herhangi bir sorun saptanmayan büyük çoğunluğu "normal" olarak değerlendirilirken, yüzde 20'ye yakın bir bölümünde sperm ya da meni kalitesi, eski usul üremeyi büyük ölçüde ihtimal dışı ya da imkânsız hale getirecek ölçüde standardın altında bulundu.

Normalde spermler muhteşem küçük yüzücülerdir. İnsan vücudundaki en küçük hücreler arasında yer almalarına rağmen en hızlı hareket edenler onlardır. Bir spermin yumurtaya ulaşabilmesi için vajinaya girdikten sonra yüzerek yaklaşık 17,5 cm'lik bir mesafe kat etmesi gerekir. Spermin boyutuysa sadece 0,0055 cm'dir (55 mikrometre). Yani boyunun üç bin katından fazla, oldukça uzun bir yol kat eder. Bu, bir insanın otuz kilometrelik yolu koşmasına benzer. Daha etkileyici olansa spermin saniyede yaklaşık 1,4 mm yüzebilmesi ki bu insanın saatte kırk kilometre koşmasına karşılık gelir ve böylesi bir hızla o otuz kilometrelik yolu kırk beş dakikada koşabilirsiniz. Dünyanın en hızlı koşan adamı Usain Bolt'un böyle bir hızı ancak birkaç yüz metre koruyabildiğini düşündüğünüzde spermin marifeti daha da etkileyici görünüyor.

Gelgelelim insan sperminin vajinadan fallop tüpüne ulaşması kırk beş dakikadan çok daha uzun sürer çünkü sperm oraya buraya rasgele yüzerek çok fazla zaman kaybeder.

Anlayacağınız, insan spermi sola dönemez. Bu, spermin itme sisteminin tirbuşonvari özelliğinden kaynaklanır; sperm hücresi kuyruğunu kırbaç gibi iki yana sallamak yerine tirbuşon gibi döndürür, tıpkı işaretparmağınızla havada daire çizerken yaptığınız gibi. Çoğu sperm kuyruğunu sağa dönen bir spiral hareketiyle çevirdiğinden bu dönüş onları öne ve sağa doğru iter ve gittikçe büyüyen daireler çizerek yüzmelerine neden olur. O nedenle spermin fallop tüpünde döllenmeyi bekleyen yumurtaya ulaşması üç günü bulabilir. Yola çıkan spermlerin pek azı hedefine yaklaşabilir. Bu yüzden erkekler bu kadar çok sperm üretir. Sadece birinin hedefe ulaşabilmesi için iki yüz milyon spermin yola çıkması gerekir.

Erkeklerde en yaygın görülen üreme sorunu düşük sperm sa-



Sperm hücreleri tirbuşonvari bir hareketle sağa dönüşlü daireler çizerek gelişigüzel ilerler. Bu yüzden de fallop tüplerine giden kısacık yolu geçebilmek için fazlasıyla uzun bir mesafe kat ederler.

yısıdır. Erkeklerin yüzde 1 ila 2'si bu dertten mustariptir. Bu erkekler ejakülasyon başına "sadece" yüz milyon (ya da daha az) sperm üretirler. Ejakülat hacmi büyük değişkenlik gösterdiğinden sperm sayımı genellikle mililitredeki sperm sayısına göre hesaplanır. Sağlık profesyonelleri sağlıklı sperm sayısının kaç olduğu üzerinde her zaman anlaşamasalar da ortalama değer mililitrede yirmi beş milyon civarıdır. On beş milyonun altındaki değerler düşük, beş milyonun altı çok düşük kabul edilir. Sperm sayısı bu aralıkta olan erkeklerin yumurtayı standart yollarla dölleme ihtimali çok düşüktür. Bazı vakalarda sorun hormonal ya da anatomik olabilir ve bazen ilaç kullanıp, yaşam tarzını veya beslenme alışkanlıklarını değiştirmek yeniden sağlıklı sperm sayısına ulaşmayı sağlayabilir. Fakat beslenme ve yaşam tarzını değiştirerek elde edilebilecek en iyi sonuç çoğu kez sperm sayısında ılımlı bir artıştır.

Erkeklerin spermle ilgili karşılaştığı tek sorun sayının düşük olması değildir. Spermlerin motilitesi düşük (yani hareketleri yavaş), morfolojisi bozuk (yani biçimi anormal) ya da vitalitesi düşük (yani büyük bölümü ölü) olabilir. Semenin pH'ının, akışkanlığının ya da sıvılaşma zamanının anormal olması da döllenmeyi güçleştirebilir. Özetle pek çok şey ters gidebilir.

Kadınlarda da yumurta hücrelerinin üretimi ve atılmasıyla ilgili benzer sorunlar görülebilir. Dişi üreme sistemi erkeğinkinden çok daha fazla detay barındırır ve komplikasyonlara çok daha açıktır. Bu komplikasyonların çoğu rahimde geliştiği için gebeliğin devamlılığını etkiler ama bazı kadınlarda daha en başında sağlıklı yumurta hücrelerinin atılması sorunludur.

Kadında üreme sorunlarının yaklaşık yüzde 25'i sağlıklı bir yumurta hücresinin atılamamasından kaynaklanır. Bundan sorumlu olan birkaç genetik ve hormonal sendrom tanımlanmış olsa da vakaların çoğunda sebebi bilmiyoruz. Neyse ki modern bilim kadında üreme döngüsünü rayına oturtma konusunda fena sayılmayacak bir başarı elde edebildi. Kendi hormonları yetersiz kalan birçok kadında zamanlaması dikkatle ayarlanmış hormon enjeksiyonlarıyla yumurtlama uyarılabilir. Bu tedaviler o kadar etkilidir ki bir seferde birden fazla yumurta atılır. Bu durum, Avrupa ve Kuzey Amerika'da tek yumurta ikizlerinin oranında belirgin bir artışa yol açmıştır.

Potansiyel ebeveynlerin her biri sağlıklı sperm ya da yumurta hücreleri üretebilse de her birleşmenin gebelikle sonuçlanacağının garantisi yoktur. Her şeyden önce döllenme zamanlamasının yumurtlamaya göre dikkatle ayarlanması gerekir, aksi takdirde başarılı bir döllenme gerçekleşmez. Yirmi sekiz günlük tipik bir âdet döngüsünde verimli dönem en iyi senaryoda bile sadece üç gün sürer ve bu sürenin yirmi dört ila otuz altı saatlik bölümü döllenmenin daha sık olduğu fırsat penceresidir. Yani doğurganlığı mükemmel olan çiftlerin dahi gebelik için genellikle aylarca uğraşması gerekir.

Doğru zamanlamanın önündeki en büyük engel, insanlarda

yumurtlamanın gizli kapaklı gerçekleşmesidir. Biz hariç hemen hemen bütün dişi memeliler (dişi kuyruksuz maymunlar da dahil) östrus döngüsünün döllenmeye elverişli noktasında olduklarını dikkat çekici biçimde ilan ettikleri halde, insanda tam tersine, ne erkek ne de kadın doğru ânın geldiğinden emin olabilir. Hiç şüphesiz diğer hayvanlar döllenmeye elverişli dönemin dışında da epeyce seks yapar. Bu, seksin çiftler arasındaki bağları güçlendirmek gibi üreme dışı işlevlerinin önemini gösterir. Fakat hedef *yavrulamak* olduğunda, döllenme için en iyi zamanın açık seçik bilinmesi uygun olur elbette.

Gizli yumurtlama neden *Homo sapiens*'e özeldir? Gizliliğin adaptasyona yönelik amaçları olabilir. Bir erkek, kadının ne zaman yumurtladığından emin değilse, sürekli aynı kadınla beraber olmadığı sürece çocuğun babası olduğunu kesinkes bilemez. Yumurtlama aşikâr olsaydı bir alfa erkeği yumurtlayan her dişiyle seks yapabilirdi, böylece genlerini yayar ama yavruya yatırım yapmak için dişiyle kalmazdı. Gizli yumurtlama böylece insanlarda çiftler arasında daha uzun süreli bağlar oluşmasını ve babanın yavruya daha fazla yatırım yapmasını sağladı. Fakat bu noktada da vücudumuzun bir özelliği arıza çıkarır: Gizli yumurtlama insanlarda üreme veriminin düşmesine muazzam bir katkı sağlar. Diğer hayvanlar östrus döngüsünde verimli dönemin zamanını kesinkes bilir. İnsanlarsa tahmin etmek zorundadır.

Diğer hayvanların çoğu döllenmede o kadar başarılıdır ki dişiler, gerçekte gebe kalmasalar bile, çiftleşmeden hemen sonra gebelik döngüsüne girer. Örneğin tavşanlarda ve farelerde, vazektomi yapılmış bir erkek dişiyle çiftleşirse, dölyatağı yavrunun gelişmesi için uygun ortamı hazırlamaya başlar. Buna yalancı gebelik denir. Bu hayvanlarda eşeyli üreme o kadar başarılıdır ki dişi ne zaman kızışıp da seks yapsa vücudu döllenmenin gerçekleştiğini *varsayar*.

İnsanlarda dişiler âdet döngüsünün verimli döneminde her seks yaptıklarında gebe kalsalardı, bizler de tavşanlar gibi ürerdik. Ne var ki yumurta ve sperm sağlıklı olduğunda ve sperm yu-

murtayı bulup da döllenme gerçekleştiğinde dahi bu gebeliğin devamına ereceğinden emin olamayız. Nitekim hataya en fazla eğilimli aşamaların birçoğu döllenmenin ardından gelir.

Amerikan Obstetrik ve Jinekoloji Koleji'ne göre, bilinen gebeliklerin yüzde 10 ila 25'i ilk trimesterde (13 hafta) kendiliğinden gelişen düşük (spontan abortus) ile sonuçlanır. Bu, muhtemelen gerçekte olandan daha düşük bir tahmin çünkü sadece düşükle sonuçlandığı *bilinen* gebelikleri içeriyor. Oysa in vitro fertilizasyon (tüp bebek) çalışmalarından öğrendiğimize göre, kromozomal hatalar ve diğer genetik felaketler şaşırtıcı derecede sık görülür ve bunlar henüz saptanmamış bir gebeliği tehlikeye atabilir. Embriyologların tahminlerine göre, diğer açılardan tamamen normal olan sperm ve yumurtalarla gerçekleşen döllenmelerin bile yüzde 30 ila 40'ı, embriyonun rahim duvarına tutunamamasıyla veya tutunsa da kısa süre sonra kendiliğinden gelişen düşükle sonuçlanır.

İlk trimesterden sonraki düşükler, önceki dönemde kendiliğinden gelişen düşükler kadar sık olmasa da insanda üreme sürecini baltalar. On üçüncü haftaya erişen gebeliklerin yüzde 3-4'ü yirminci haftadan önce sonlanır. Yirminci haftadan sonra gelişen ve ölü doğum olarak adlandırılan düşükler bütün gebeliklerin yüzde 1'inden azını oluşturur. Şaşırtıcı ama bütün insan zigotlarının (spermle yumurtanın birleşmesi sonucu oluşan tek hücreli yapı) *yarısı* birkaç gün ya da haftadan fazla yaşamaz. Doğrusu bazen insanlarda üremenin, her yıl bir-iki fidanın yeşermesi uğruna binlerce pelit döken bir meşe ağacından daha verimli olup olmadığını merak ediyorum.

İnsan doğurganlığıyla ilgili en çarpıcı gerçek, düşüklerin yüzde 85'e varan bir oranının kromozom anormalliklerine bağlı olması, yani embriyoda fazladan, eksik ya da fena halde hasar görmüş kromozomların bulunmasıdır. Demek ki kaba bir hesapla insan spermiyle yumurtasının birleşmesi sonucunda ortaya çıkan bütün embriyoların yalnızca üçte ikisi doğru sayıda ve sağlam kromozomlara sahiptir. Düşüklerin geri kalan bölümü, spina bifida ya da hidrosefali gibi doğumsal anomalilerden kaynaklanır.

Öte yandan kromozomlarla ilgili sorunların ya da diğer doğumsal kusurların bir meseleye dönüşmesi için elbette öncelikle kadının gebe kalması gerekir. Bazen işler oraya kadar *varamaz* bile. Her şey yolunda gitse –sağlıklı sperm sağlıklı yumurtayı doğru yer ve zamanda bulsa, kromozomlar doğru biçimde karışıp ne eksiği ne de fazlası olan bir zigot oluşsa– bile kadın gebe kalmaz *ve neden böyle olduğuna dair hiçbir fikrimiz yok.* Tutunma başarısızlığı denen bu durum şaşırtıcı derecede sık görülür. Gelişmekte olan embriyo adeta rahim duvarına çarpıp seker ve beslenemediği için ölür gider.

Embriyo tutunmayı *başarsa* bile bazen annenin vücudunu âdet kanamasını başlatmaktan alıkoyamaz. Yani embriyo karşılaştığı ilk zorluğa yenik düşer: Anne vücudunda yaşayıp gelişeceği ortam olan endometriyumun (rahmin iç tabakası) dışarı atılmasını engelleyemez. Embriyonun tutunmasıyla bir sonraki âdet kanaması arasında on günlük bir süre olduğundan, embriyo normalde insan koryonik gonadotropini (HCG) denen hormonu salgılamak üzere hemen işe koyulur. Bu hormon endometriyum dokusunu korur ve âdet kanamasını öteleyerek embriyonun olduğu yerde kalıp gelişmeye devam etmesini sağlar. Fakat birçok embriyo bir sonraki âdet kanamasını engellemeye yetecek düzeyde HCG salgılayamadığından sağlıklı gelişen embriyolar annenin aylık âdet kanamasıyla heba olur gider.

Kesinkes emin olamasak da, tutunmada ya da âdet kanamasını önlemede başarısızlığa uğrayan tamamen sağlıklı zigotların yüzde 15 civarında olduğu tahmin ediliyor (*bildiğimiz* nedenlerle gelişemeyen üçte bir oranındaki zigotlara ek olarak). Sebebi bilinmeyen kısırlıktan mustarip olan çiftlerin bazılarında aslında döllenme ve zigot oluşumu yolunda gittiği halde, gebeliğin devam edememesinin sebebi embriyonun rahme tutunup yerleşememesi olabilir.

Üreme sistemindeki bu arızalar, özellikle gebe kalmaya çalışan çiftler için çileden çıkarıcı ve acı verici olabilir. Üstelik bunların hepsi gerçekten de birer arızadır; bütünüyle sağlıklı bir em-

briyonun kendiliğinden gelişen düşükle kaybedilmesinin ya da sağlıklı görünen üreme organlarının daha yolun başında gebeliği baltalamasının haklı gerekçesi olamaz.

Gebe kalmaya ve sağlıklı bir gebeliği sürdürmeye çalışan çiftleri bekleyen bütün bu güçlükler göz önüne alındığında, gebelik sürecinin tamamlanabilmesi adeta bir mucizedir. Bunu başarabilenleri ise son bir tehlike bekler.

Doğarken Ölmek

Doğru kromozom sayısına sahip, başarıyla tutunmuş ve gebelik boyunca olması gerektiği gibi gelişmiş embriyolar üremeyle ilgili son bir engeli aşmak zorundadır: doğum. Modern tıptaki ilerlemeler sayesinde doğumla ilgili riskler önemli ölçüde azalmış olsa da, emin olun insanlık tarihinin büyük bölümünde doğum inanılmaz derecede tehlikeli bir süreçti ve pek çok çocuğun –annelere daha sonra geleceğim– ölümüyle sonuçlanmıştı.

Doğum sırasında ölen çocukların yüzdesiyle ilgili küresel istatistik tutulmaz. Onun yerine genellikle yaşamın ilk yılında –doğumla çocuğun ilk yaş günü arasında geçen sürede– hayatını kaybeden çocukların yüzdesi olan *bebek ölüm hızı* bildirilir.

2014'te başlıca gelişmiş ülkelerden biri hariç hepsinde bebek ölüm hızı yüzde 0,5'in altındaydı.[1] Bebek ölüm hızı Küba, Hırvatistan, Makau ve Yeni Kaledonya'dakinden yüksek olan ABD yüzde 0,58'lik oranla tek istisnadır. (Bu durum büyük ölçüde Amerika'daki doktorların başvurduğu iki uygulamaya bağlı: ilaçlar yardımıyla doğal doğum sürecinin suni olarak hızlandırılması ve sezaryen doğumların gereğinden fazla yapılması. ABD'de neden bu kadar çok sezaryen yapılıyor? Avukatlar yüzünden. Doktorlar, gerektiği halde sezaryen yapılmadığı gerekçesiyle dava edilmekten korkuyorlar. Fakat ne yazık ki bu ameliyatların ölümle sonuçlanabilecek pek çok komplikasyonu var.) Tersine, bebek ölüm hızı Japonya'da yüzde 0,20, Monako'daysa yüzde 0,18'dir.

Bunlar elbette görece düşük riskler ama yine de doğum, haya-

tımızın en riskli anlarından biri. Üstelik modern tıbbi uygulamaların ulaşamadığı bölgelerde bebek ölüm hızları hâlâ yüksek ve bu da bize, insanda üreme sisteminin mükemmellikten ne kadar uzak olduğunu gösteriyor. Örneğin Birleşmiş Milletler'in tahminine göre Afganistan'da bebek ölüm hızı yüzde 11,5, Mali'deyse yüzde 10,2.

Gelişmiş ülkelerde yaşayan okurlar için, bu iki ülkede her on bebekten birinin yaşamın ilk yılında kaybedilmesi kavranması zor bir gerçek. Dahası Afrika ve Güney Asya'daki kırka yakın ülkede bebek ölüm hızı yüzde 5'in üzerinde.

Geçmişe baktığımızda en zengin ülkelerde dahi bebek ölüm hızının şimdikine göre çok daha yüksek olduğunu görüyoruz. Sözgelimi ABD'de 1955'te bebeklerin yüzde 3'ünden fazlası ilk yaş gününü göremiyordu. Bu oran günümüzdekinin altı katıdır. Yoksul ülkelerin durumu 1955'te bugünküne göre çok daha kötüydü. 1955'te onlarca ülkede bebek ölüm hızı yüzde 15'in, bazı ülkelerde yüzde 20'nin üzerindeydi!

Annemin beş çocuğu vardı, ilkini 1960'ların ortalarında dünyaya getirmişti. On yıl önce Nepal'de ya da Yemen'de yaşasaydı, çocuklarının hepsinin hayatta kalması pek mümkün olmazdı. (Ben beşinci çocuk olduğum için bu gerçek benim açımdan özellikle tedirgin edici.) Bu yüksek ölüm oranının Taş Devri'ne değil, hatırlayabildiğimiz kadar yakın bir geçmişe ait olması daha da rahatsız edici. Kim bilir oranlar tarihöncesinde nasıldı?

Bu üzücü durum diğer primatlar ya da memeliler için geçerli değil. Kromozom hataları ve tutunma başarısızlıkları kuyruksuz maymun akrabalarımızda da muhtemelen bizdeki kadar yüksek olduğu halde, düşük, ölü doğum ve doğum sırasında bebek ölümleri diğer hayvanlarda, özellikle de primatlarda oldukça nadir görülür. Yaban hayvanlarında bir yıllık bebek ölüm hızını kesin olarak hesaplamak zor ama diğer kuyruksuz maymunlar için en iyi tahminler yüzde 1-2 civarında; yani bu hayvanlar için doğum yapmak günümüzde ABD'de yaşayan insanlar için olduğundan katbekat tehlikeli ama Mali ya da Afganistan'da yaşayan veya 1950 ön-

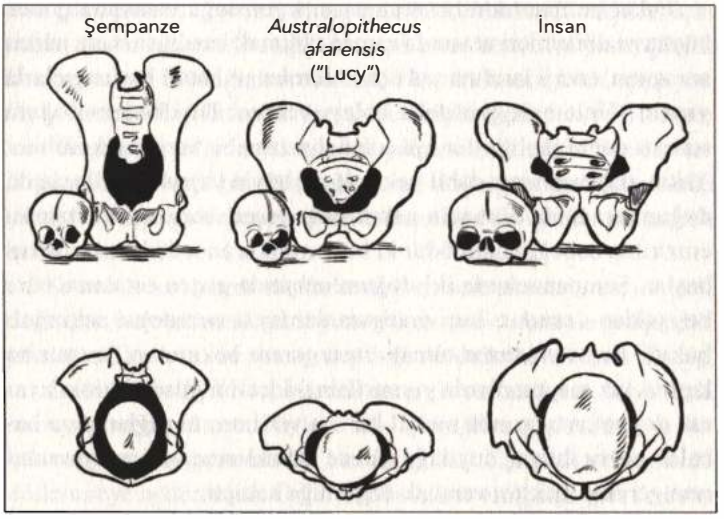
cesi ABD'de yaşamış insanlar için olduğundan çok daha *az* tehlikeli. Ayrıca unutmayın ki yaban hayattaki kuyruksuz maymunlardan söz ediyoruz; doğal habitatında doğan hayvanlarda sonuç, esaret altında dünyaya gelenlerdekine göre genellikle çok daha iyidir.

Bir başka deyişle ultrasonografiler, doğum öncesi izlem, antibiyotikler, inkübatörler, solunum cihazları sayesinde ve elbette uzman hekim ve ebelerin işbirliği sonucu insanlarda bebek ölüm hızı diğer çoğu tür için doğal olan seviyeye indirildi.

Doğum konusunda insanların diğer memelilerden bu denli farklı olması kısmen insan yavrularının çok erken doğmasından kaynaklanır. Bu, türümüzde kafatasının iri, kadın pelvisinin ise görece dar olmasına bağlıdır. İnsanlarda çok daha büyük olan beynin tam potansiyeline erişmek için daha fazla zamana ve bilişsel gelişime ihtiyacı olduğu halde gebelik süresi şempanze ve gorillerdekine benzer. Ne var ki kadın pelvisi, fetüs başının rahim içinde büyümesini sınırlar. Eğer baş çok büyürse dışarı çıkamaz ve *hem* bebek *hem de* anne ölebilir. O nedenle insanda gebelik kısa sürer ve bebek henüz hazır olmadığı halde doğar.

Aslında hepimiz prematüre doğarız. Prematüre ve tamamen âciz. İnsan yavrularının yapabildiği tek şey meme emmektir ki yüzde 5'e varan bir kısmı bunu bile yapamaz. Gelişimini annesinin kesesinde tamamlayan keseli yavruları hariç diğer memelilerin çoğunda durum farklıdır. İnek, zürafa ve at gibi memelilerin yavruları doğar doğmaz harekete geçer. Doğduktan sonra şöyle bir silkinip kendine gelen hayvan hemen etrafta dolaşmaya başlar. Yunuslar ve balinalar suda dünyaya gelir ve bir an bile tereddüt etmeksizin yüzeye çıkıp hemen hiç zorlanmadan ilk nefesini alır. Oysa insan yavrusu ancak bir yaşından sonra kendi başına yürüyebilir ve o zamana kadar da birtakım tehlikelere karşı hassastır.

İnsan yavrusu o kadar âcizdir ki, içinde bulunduğu zor durumun bir sebebi olsa gerek diye düşünmeden edemeyiz; belki de türümüzün genel olarak bebek yapmakta neden bu denli kötü olduğunu da açıklayabilecek bir sebep. Gerçekten de doğurganlıkla



Şempanze, *Australopithecus afarensis* (meşhur "Lucy") ve modern insanda dişi pelvisi ile bebeğin başının birbirine göre büyüklüğü. İnsanda bebeğin büyük kafatası annenin doğum kanalına zar zor sığar; bu yüzden bebek ve anne ölümleri insanlarda yüksek oranda, diğer kuyruksuz maymunlardaysa nadir görülür.

ilgili sayısız sorunumuz diğer memelilerle o denli çarpıcı bir tezat oluşturur ki, kimi biyologlar bunun aslında bebeklerin aczine adaptasyon amaçlı bir yanıt olup olamayacağını merak etmiştir.

Bu biliminsanlarına göre, ebeveynlerin yeniden üremeye başlamadan önce, çocuklarına ihtiyaç duydukları zamanı ve bakımı verebilmeleri için üremenin yavaşlaması gerekiyordu. Bu bakış açısıyla, üremeye ilişkin sorunlarımız bir lanet değil, tam tersine bir şanstır. Bu sorunlar gebelik sıklığını azaltarak insanların dünyaya getirmeyi *becerebildiği* her çocuğun başarı şansını artırır çünkü bu durumda çocuk ana babasının daha uzun süre yegâne ilgi odağı olur. Başka bir deyişle türümüzün düşük üreme hızı, ebeveynin âciz bebeğini –kelimenin gerçek anlamıyla– kendi ayakları üzerinde durana dek kollamasını sağlamak için doğanın başvurduğu bir yol olabilir.

Fakat bu mantıkta bir sorun var. Eğer doğa insanlara çocuk büyütme dönemleri arasında zaman tanımak istediyse bunu neden acı veren, enerji israfına yol açan ölümler ve hatalı başlangıçlarla yapsın? Hele hele çok daha kolayı varken: Dişi bedeni doğum sonrası doğurganlığa dönüşü çok daha uzun bir süre geciktirebilir. Yakın akrabalarımız dahil pek çok tür böyle yapar. Gorillerde iki doğum arasında dört yıla yakın süre geçer; bunun tek istisnası emzirilen bebeğin ölümüdür ki bu durumda annede hemen östrus başlar. Şempanzelerde iki doğum arasında geçen ortalama süre beş yıldan uzundur, bazı orangutanlardaysa neredeyse sekiz yılı bulur![2] Başta emzirme olmak üzere yavru bakımının devamı bu kuyruksuz maymunlarda yumurtlama-âdet döngüsünü baskılayarak doğumlar arasında makul bir ara verilmesini sağlar. Ana babalar, yavru ihtiyaç duyduğu sürece bebeklerine ve genç yavrularına gereken bakımı verecek özgürlüğe sahiptir.

Bizim türümüzdeyse öyle olmaz. İnsanlar doğurmaya devam eder ve en iyisini umar. En yakın akrabalarımızda doğum sonrası doğurganlığın yeniden başlaması daha uzun sürdüğüne göre muhtemelen ortak atalarımızda da öyleydi. Yani çizgi dışı olan *biziz* ve bu, evrimsel tarihimiz boyunca insanların dişilerinde iki doğum arası sürenin *kısaldığı* anlamına geliyor. Bu durum âciz bebeklik dönemine bir çare olmadığı gibi, yeni doğan bebekleri hâlâ öncekileri sütten kesmeye uğraşan ebeveynlerin kucağına atarak sorunu daha da büyütür.

İnsanda dişilerin doğurganlığını tekrar çabucak kazanmasıyla ilgili kabul gören başlıca açıklama, kabileler büyüdükçe insanların komünal ebeveynliğe geçmiş olmasıdır. Çocuklar elbirliğiyle daha geniş ailelerde yetiştirilirken ebeveynlerin yükü paylaşılıyordu ve kadınların sonraki gebeliği geciktirmesi gerekmiyordu. Dahası avcı-toplayıcılık atalarımızda zekânın, iletişimin ve işbirliğinin gelişmesiyle daha verimli hale gelmişti; bu da bazı kadınların sadece çocuk yetiştirmeye yoğunlaşmasına izin verdi. Bu kuramın destekçilerinin çoğunun erkek olmasına şaşmamalı.

Cinsiyetçi imalar araştırmacıların bilimsel bir varsayımı göz-

den çıkarması için yeterli olmasa da bu kuramı reddetmeleri için başka nedenler var. Örneğin bu açıklama bence yetersiz çünkü kuram sadece iki doğum arasındaki sürenin kısalmasını açıklıyor. Oysa insanlarda bütün bir üreme süreciyle ilgili pek çok mesele var. Geçen bir milyon yıl içinde insanlık tarihindeki ilerlemeler doğurganlıkta hafif bir artış sağladıysa, doğurganlığın diğer bütün yönleri kötüye giderken, doğum zamanlaması niçin bu artışın tek belirtisi olsun?

Kanımca insanlarda dişilerin doğum sonrasında hızla yeniden doğurgan hale gelmesi, gizli yumurtlamanın evrimiyle gelişen bir yan ürün. Dişilerin ne zaman doğurgan olduğu ne erkek ne de dişi tarafından bilindiğinden, sürekli ve gizli yumurtlama daha fazla seks yapmaya yol açtı; böylece aile içi bağları güçlendirdi ve babanın sorumluluğunu artırdı. Ne var ki daha fazla seks daha fazla döllenmeye neden oldu. Daha önce sözünü ettiğimiz gibi fetüsün kafatası boyutlarındaki artış nedeniyle bebek ölüm hızı tırmandığı için de bu kaza şans eseri işe yaradı. İnsanların bebekleri diğer kuyruksuz maymunların bebeklerinden çok daha sık öldüğü için, artan doğum hızı bu kaybı telafi etti.

Nasıl evrilmiş olursa olsun, yüksek bebek ölüm hızıyla birlikte iki doğum arası sürenin kısalması, türümüzün üreme sistemini tasarlayan kuvvetin akıl almaz derecede kötü planlama yaptığını gösterir. Ama bu bizi şaşırtmamalı çünkü evrim plan yapmaz. Evrim rasgele hareket eder; özensiz, belirsiz, dahası acımasızdır.

Doğururken Ölmek

Doğum sırasında risk altında olan sadece bebekler değil elbette; anneler de ölebilir. Modern tıp bu noktada da riski son derece etkin biçimde azalttı. Örneğin 2008'de ABD'de 100.000 canlı doğumda sadece 24 anne ölümü görüldü. (Bu rakamın 2004'te 20, 1984'te ise 9,1 iken büyük ölçüde daha önce bahsettiğimiz gereksiz sezaryen uygulamalarına bağlı olarak yükselmesi sarsıcı bir durum.) Bununla birlikte gelişmekte olan ülkelerde bu rakamlar

çok daha yüksek. Somali'de 2010'da 100.000 canlı doğum başına 1000 anne ölümü oldu ki bu bütün doğumların yüzde 1'i demek. Gelişmekte olan ülkelerde doğum hızının çok daha yüksek olduğunu hesaba katarsanız, oralarda yaşayan bir kadının hayatı boyunca doğum sırasında ölme riski 16'da 1'dir. Pek çok Somalili kadın doğum yaparken hayatını kaybeder.

Geçmiş yüzyıllardaki anne ölüm hızıyla ilgili büyük bir tartışma var; klasik dönemlerin, tarihöncesi ve tarımöncesi çağların lafını bile etmiyorum. Görünen o ki olası *en düşük* tahmin yüzde 1 ila 2; nitekim Somali dahil birkaç ülkedeki güncel rakam hâlâ bu. Yani geçmiş çağlarda (bugün bazı yerlerde olduğu gibi) doğum inanılmaz derecede tehlikeli bir deneyimdi. Türümüzün tarihinin büyük bölümünde önde gelen ölüm nedeninin doğumun kendisi olduğunu söylemek abartılı kaçmaz. Kadınlar içinse doğum yapmak en büyük ikinci tehlikeydi.

Bu noktada da insanlar diğerlerinden ayrılıyor. Yaban hayatta yaşayan primatlar için doğum insanlardakine göre daha güvenlidir, üstelik bu primatlar tıbbi girişim olanaklarından yoksun olduğu halde. Şempanze, bonobo ve gorillerde ve diğer primat kuzenlerimizde doğum sırasında ölen annelere rastlanmaz. Bu, salt insana özgü bir risktir.

Bebeğin başının değil ayaklarının aşağıda olduğu makat gelişi anneler açısından en tehlikeli durumdur. Bu pozisyonda gelen bir bebeği doğurmak elbette mümkün ama çok daha zordur. Tıbbi destek olmadığı zaman makat gelişinde hem bebek hem de anne ölüm oranı artar. (Tahminler değişken olmakla birlikte, makat gelişinde ölüm ya da hasar riskinin annede en az üç kat, bebekteyse beş kat arttığında herkes hemfikirdir. Üstelik bu rakamlar, kadınların doğum sonrası bakım hizmetlerine ve modern tıbbın sağladığı imkânlara erişebildiği günümüz dünyası için geçerlidir.) Bebek açısından riskin büyük bölümü, göbek bağının sıkışma riskinin on kat yüksek olmasından kaynaklanır, çünkü bu durum bebeği oksijensiz bırakır. Makat gelişinde doğum uzun sürdüğü için bebek saatlerce oksijensiz kalabilir. O nedenle bu vakalarda he-

kimler hemen her zaman sezaryen doğumu tercih eder.

Efsaneye göre ilk sezaryen doğum, ters geldiği fark edilen Jül Sezar'ın annesine uygulanmış. Artık bu efsanenin gerçek olmadığı düşünülüyor ama makat gelişinden ötürü hem anne hem de bebeği kaybetme riskinin çok yüksek olduğu antik dünyada sezaryen doğumun iyi bilindiği bir gerçek. Eski Hint, Kelt, Çin ve Roma mitolojilerinde insanların ya da yarı-tanrıların sezaryenle doğumunu anlatan hikâyelere rastlanır. Aslında Jül Sezar döneminden çok daha eski bir Roma yasasına göre, gebe bir kadın öldüğünde, fetüsü kurtarmak amacıyla sezaryen yapılması gerekiyordu. (Muhtemelen bir halk sağlığı politikası olarak başlayan bu uygulama sonraları doğmamış bebeklerin ana rahmindeyken gömülmesi halinde hortlayacağı şeklinde bir batıl inanca dönüştü ve yaslı aile bireylerini, merhumenin karnını deşmeye daha fazla teşvik etti.)

Eski çağlarda makat gelişinin ne denli riskli olduğuna dair en ikna edici kanıt, dehşete kapılan insanların donanımsız bir halde, bir kadının karnını yarmayı göze almaları olsa gerek. Hijyenik uygulamaların ve antiseptik ameliyathanelerin olmadığı günlerde bu girişim kimi zaman çocuğu kurtarsa da hemen her zaman annenin ölümüyle sonuçlanırdı. Bütün bunların sebebi türümüzün gebelik tasarımındaki kısıtlılıklardır.

Bir başka memeli türünün doğumuna tanık olduysanız, bunun o kadar da zor *olmadığını* bilirsiniz. İnekler doğum yaptıklarının farkında dahi değilmiş gibi görünür. Anne goriller doğum yaparken bir yandan da yemek yemeye ya da diğer çocuklarla ilgilenmeye devam eder. Doğumla ilgili zorluklar insana özgü olup büyük bir kafatasının hızlı evrimiyle birlikte, evrimin bu değişikliklere ayak uyduramamasının sonucudur.

Yeterli zaman tanınsaydı doğal seçilim çeşitli yollardan bu sorunu bir şekilde çözerdi. Fakat tıbbi girişim doğum sorununu büyük ölçüde çözdüğü ve doğum sırasında ölen onca kadın ve çocuğun üzerindeki negatif seçilim baskısını ortadan kaldırdığı için artık adaptasyona yönelik doğal bir çare üretme şansı neredeyse

yok. Bu, insan zekâsının insan doğasının sınırlılıkları karşısındaki zaferidir. Bilim bir kez daha doğanın sebep olduğu bir soruna çözüm üretti. Fakat bilim bunu yaparken kestirme yoldan evrimin önüne geçerek, bizi doğanın verdiği kusurlu üreme sistemiyle baş başa bıraktı.

Kadınlarda gebelik ve doğuma bağlı ölüm riskinden bahsederken dış (ektopik) gebeliğe değinmemek olmaz. Bilimde *ektopik* sözcüğü, bir şeyin (ya da olayın) normalde bulunmadığı/gerçekleşmediği bir yerde ortaya çıktığını ifade eder. Dış gebeliklerde burası hemen her zaman fallop tüpüdür. Döllenmiş yumurta dölyatağı yerine fallop tüpüne tutunduğunda, modern tıp öncesi dönemde hemen her zaman annenin ölümüyle sonuçlanmış olan son derece tehlikeli bir durum ortaya çıkar.

Yumurta hücresi yumurtalıktan atıldıktan sonra fallop tüpünde ilerleyerek sonunda dölyatağına ulaşır. Fakat sperm hücrelerinin aksine, yumurtanın kendisini itecek kamçı benzeri bir kuyruğu, bir flagellumu yoktur. Ve yine sperm hücrelerinden farklı olarak yumurtanın etrafı yüzlerce folikül hücresinin meydana getirdiği, korona radiata denen koruyucu bir tabakayla sarılıdır. Bu hücrelerde de flagellum bulunmaz. Dolayısıyla yumurta hücresi ve mürettebatı fallop tüpünden aşağıya sallana sallana iner. Bu hücreler çok büyük bir denizde sürüklenen, birbirine bağlı bir grup cankurtaran botunu andırır. Yumurtanın yumurtalıktan dölyatağına ulaşması, aradaki mesafe sadece on santimetre olduğu halde, bir hafta ya da daha uzun sürebilir.

Buna karşılık sperm kamçı benzeri kuyruğu sayesinde jet hızıyla gider. Yumurta yavaş, sperm ise hızlı hareket ettiğinden döllenme hemen her zaman fallop tüpünde gerçekleşir. Yumurtlama sonucu atılan yumurta tüpte dolana dolana ilerlerken son sürat gelen spermle buluşur. (Yumurta hücresi o kadar yavaş hareket eder ki döllenmezse genellikle dölyatağına ulaşamadan kaybolur gider.)

Döllenmenin ardından gelişme hazırlıklarına başlayan zigotta bir dizi kimyasal tepkime gerçekleşir. Döllenmeden otuz altı saat sonra zigot hızla tekrar tekrar bölünmeye başlar. Tek hücreli zigot

önce ikiye bölünür. Sonra o iki hücre tekrar bölünerek dört hücre olur. Dört hücre sekiz, sekiz hücre on altı derken döllenmeden dokuz ila on gün sonra 256 hücreden oluşan içi boş bir küre meydana gelir. Ancak ondan sonradır ki embriyo dölyatağı duvarına tünel açmaya ve konağın vücuduna âdet kanamasını engelleyecek sinyaller göndermeye hazır hale gelir. Böylece gebelik başlar. Daha önce de bahsettiğimiz gibi, embriyonun yüz yüze geldiği ilk ve en büyük zorluk âdet kanamasını durdurmaktır ve birçok embriyo bunu başaramadığından aylık kanamayla birlikte atılır.

On gün embriyonun dölyatağına ulaşması için yeterince uzun bir zamandır ama sorun şu ki embriyo da tıpkı yumurta gibi amaçsızca ilerler. Kimi zaman embriyo 256 hücrelik evredeyken fallop tüpünü geçip dölyatağına ulaşamamış olur. Bu durumda embriyo dölyatağında ne yapıyorsa aynısını yapar ve fallop tüpünün duvarında tünel açmaya başlar. Böylece dış gebelik gelişir. Gebeliğin ilk sekiz haftasında son derece minik olan embriyonun besin ve oksijen ihtiyacı çevre dokulardan basit difüzyonla mükemmelen sağlanır. O yüzden dış gebeliğin erken evrelerinde, ne embriyo farkına varır bir terslik olduğunun ne de fallop tüpü. Fakat embriyo büyüdükçe sorun çıkar.

Fallop tüpü hiçbir açıdan gebeliği destekleyecek donanıma sahip olmadığı için embriyo buraya bir parazit gibi tutunur. Saldırgan biçimde büyüyüp gelişmeye programlı olan embriyonun sorunu saptama şansı yoktur. Dölyatağından farklı yapıda olan fallop tüpüyse, giderek tehlikeli hale gelen talihsiz embriyoyu düşüremez. Sonunda embriyo fallop tüpünün duvarına baskı yapmaya başlayınca durum içinden çıkılmaz bir hal alır; kadın bir şeylerin yolunda gitmediğini muhtemelen ilk kez o zaman fark eder. Baskı hissi giderek şiddetli bir ağrıya dönüşür ve tıbbi destek alınmadığı takdirde embriyo fallop tüpünün yırtılmasına yol açabilir. Şiddetli ağrıyla birlikte iç kanama gelişir. Acil cerrahi girişimle hasarlı dokular ve yırtılan damarlar onarılmadığı takdirde kadın kan kaybından ölebilir; bir başka deyişle yanlış bir yere yapışmış yavrusu tarafından öldürülür.

Dış gebeliğin daha tuhaf ve tehlikeli bir biçimi daha vardır. Çok nadiren yumurta hücresi yumurtalıktan atıldıktan sonra fallop tüpüne girmez çünkü garip ama fallop tüpü aslında yumurtalıkla bağlantılı değildir. Fallop tüpünün ucu yumurtalığı, çok dar bir musluk ağzını örten çok geniş bir hortum ucu gibi sarar. İkisi birbirine tutunmaz ve bazen yumurtalıktan atılan bir yumurta fallop tüpüne gireceğine karın boşluğuna düşer.

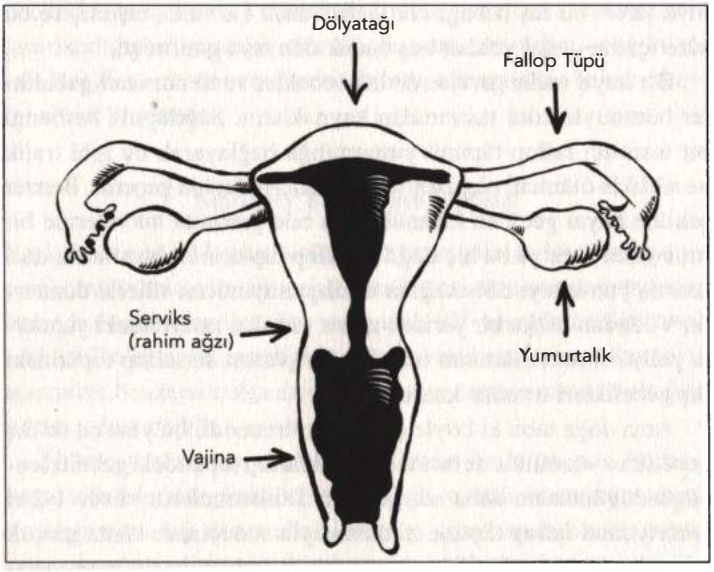
Bu genellikle önemli bir sonuç doğurmaz. Yumurta birkaç gün sonra ölür ve karın boşluğunu örten bol damarlı karın zarı (periton) tarafından emilir. Sorun yok.

Ama yumurta karın boşluğuna düştükten sonraki bir-iki gün içinde sperm de aynı yerde sahneye çıkarsa yumurtayı bulup dölleyebilir. Bunun olabilmesi için spermin, genellikle yaptığı gibi yumurta kanalının sınırlı alanında kalmak yerine alt karında yumurtayı araması gerektiğinden bu olay nadir görülür ama mümkündür. Sonuçta ortaya çıkan embriyo, evinden ne denli uzak düştüğünden habersiz büyümeye, bölünmeye ve bulabildiği en yakın dokuya –genellikle karın zarına ama bazen de kalınbağırsak ya da incebağırsağın, karaciğer ya da dalağın dış yüzeyine– tutunup tünel açmaya başlar.

Karın boşluğunda gelişen dış gebelikler ciddi riskler taşır. Gelişmekte olan ülkelerde genellikle annenin ölümüyle sonuçlanır. Gelişmiş ülkelerdeyse ultrasonografiyle kolayca saptanır ve cerrahi girişimle talihsiz embriyo alınır, hasarlı dokular onarılır, kanama durdurulur.

Son derece az sayıda vakada akıl almaz bir şey olur: Karın boşluğundaki embriyo anneyi öldürmeden gebeliğin yirminci haftasına ulaşır ve henüz çok prematüreyken cerrahi yolla alınır. Bu bebekler ciddi tıbbi ve gelişimsel komplikasyonlara rağmen yaşarlar. Popüler basın onları "mucize bebekler" olarak adlandırsa da aslında bu bebekler ileri düzeyde ve yoğun tıbbi girişimlerle ve şansları da yaver gittiği için hayatta kalırlar.

Ektopik "mucize bebek"lerin zıddı lithopedion dediğimiz şey olabilir belki. Karın boşluğunda gelişmekte olan bir embriyo ba-



Kadın üreme organları. Yumurtalığın fallop tüpüyle fiziksel bağlantısı olmadığından yumurtlamayla atılan yumurtanın üreme sisteminde kalacağının garantisi yoktur.

zen ikinci trimestere kadar anneye zarar vermeden ya da onu öldürmeden yaşayabilir. O noktada fetüs karın zarı tarafından emilemeyecek kadar büyümüş olur ama normal yoldan düşük ya da ölü doğumla çıkamayacağı da aşikârdır. Bulunduğu yerde sıkışıp kalır. Bunun üzerine annenin bedeni fetüse, enfeksiyona yol açan bir yabancı cisimmişçesine tepki verir. Amniyon kesesi ve fetüsün dışını kalsiyumla kaplayarak üzerlerini sert bir kabukla örter.

Gündelik dilde taş bebek veya taşlaşmış bebek denen lithopedion çok nadir görülür; bugüne kadar bildirilmiş toplam vaka sayısı üç yüz civarındadır. Genellikle cerrahi yolla çözülmesi gereken tıbbi sorunlara yol açar ama bazı kadınların taşlaşmış bir bebeği yıllarca herhangi bir belirti olmaksızın taşıdığı da bildirilmiştir. Hatta raporlardan birine göre Şilili bir kadın iki buçuk ki-

loya yakın bir taş bebeği *elli yıl* boyunca karnında taşımış ve bu süre içinde doğal yoldan beş çocuk dünyaya getirmişti.

Bir hayli nadir görülse de taş bebekler ve abdominal gebelikler bütünüyle kötü tasarımdan kaynaklanır. Sağduyulu herhangi bir tesisatçı fallop tüpünü yumurtalığa bağlayarak bu gibi trajik ve sıklıkla ölümcül olabilen talihsizliklerin önüne geçerdi. Benzer şekilde hayal gücü en kıt mühendis bile yumurta hücrelerine bir itme gücü verir ya da hiç değilse fallop tüplerinin duvarlarını döllenmiş yumurtayı dölyatağına nazikçe süpürecek sillerle donatırdı. Vücudun başka bir yerinde zaten var olan tasarımdaki yapılarla geliştirilmesi mümkün olan her iki çözüm de fallop tüpündeki dış gebelikleri ortadan kaldırırdı.

Ama doğa tabii ki böyle çözümler üretmedi, bu yüzden de dış gebelikler–özellikle de en sık görülen fallop tüpündeki gebelikler–düşündüğünüzden daha sık görülür. Döllenmelerin yüzde 1-2'si embriyonun fallop tüpüne tutunmasıyla sonuçlanır. Hatta gerçek rakamlar muhtemelen daha da yüksektir çünkü tüpe tutunma vakalarının en az yüzde 10'u (olasılıkla üçte bire varan oranı) embriyonun iyice yerleşemeden ölmesiyle kendiliğinden çözülür, yani pek çoğu fark edilmez bile.

Yine de fallop tüplerini çok ayrı bir yere koymayalım. İnsanda üreme sisteminin bütünü verimsizlikler ve kötü tasarım örnekleriyle doludur. Özetleyecek olursak insanlar geç olgunlaşır, dişileri gizlice yumurtlar, sağlıklı sperm ve yumurta üretmekte zorlanırlar, tutunamayan ya da eksik veya fazla kromozomu olan embriyolar yaratırlar, başarısızlığa mahkûm olan gebelikler başlatırlar ve her şey yolunda gitse dahi doğumda bebek ve anne ölüm hızları şaşırtıcı derecede yüksektir.

Aslında insan vücudunun bütün sistemleri ve fizyolojisi içinde en sorunlu ve aksaklığa en teşne bölüm üreme sistemidir. Üremenin *türün hayatta kalması ve başarısı* açısından ne denli önemli olduğunu düşündüğümüzde bu durum özellikle tuhaf geliyor. Ayrıca bu sorunların pek çoğunun başka hayvanlarda olmaması ya da en azından çok daha az oranda görülmesi bizim açımızdan

özellikle utanç verici. Türümüzde üreme sisteminin ne denli kötü tasarlandığını düşünecek olursak, bu sorunları bilim yoluyla çözebileceğimiz modern çağa erişebilmiş olmamız bir bakıma hayret verici bir durum.

Bitirirken: Büyükanne Hipotezi

Kısa süre önce iki balina türünün, orka ve pilot balinaların menopoza girdiği anlaşıldı. Bir çalışmada bir orkanın son doğumundan sonra kırk yılı aşkın bir süre yaşayarak 105 yaşında öldüğü tespit edildi.[3] Dolayısıyla insanlarda üreme verimsizlik ve ölümcüllük açısından benzersiz olsa da en azından menopoz konusunda *büsbütün* yalnız değiliz.

Üreme yaşlanması olarak da adlandırılan menopoz, kadının hayatında âdet döngüsünün sona erdiği ve artık üreme kapasitesine sahip olmadığı dönemdir. Görünüşe göre bazı balinalar menopoza girse bile, dişi memelilerin çoğu yaşlılıkları boyunca, hayatlarının sonuna kadar üremeye devam ederler. Dişide üremenin durması yaşamın ileri dönemlerinde gerçekleşse bile genetik mirası aktarma şansını azaltır ve bu yüzden menopoz doğal seçilimin işleyişine ters görünür. Açıklanması gereken bu muamma türümüzün üreme kapasitesinin bir başka kusuru olabilir. Ne var ki evrim bizi menopoz gerçeğiyle baş başa bıraktığına göre, ileri yaşta bir kadında üremenin durması, kadının kendisi ya da çocuğu açısından bir şekilde avantaj sağlıyor olabilir. Peki ama nasıl?

Görüşlerden birine göre, ileri yaştaki kadınlar üreme yükünden kurtulduktan sonra çocuklarına ve torunlarına daha aktif yatırım yapmaya, daha çok emek vermeye başlar ve böylece genetik mirasının başarı şansını, daha çok çocuk doğurarak yapabileceğinden de fazla artırır. Fakat bu olasılığı incelemeye geçmeden önce kadınlarda menopozun nasıl gerçekleştiğine bir göz atalım.

Bir keresinde birinin halk arasında yaygın olan bir görüşü dile getirerek şöyle dediğini duymuştum: Menopoz insan ömrünün uzamasının yan ürününden başka bir şey değildir. Buradaki man-

tık, modern çağ öncesinde yaşam beklentisi otuz-kırk yıldan fazla olmadığı için kadınların genellikle menopoza girecek kadar uzun yaşamadığı fikrine dayanır. Menopozun artık insanlar yetmişli, seksenli, hatta doksanlı yaşlarını görebildiği için ortaya çıktığı ileri sürülür.

Bu görüş *yaşam beklentisi* teriminin yanlış anlaşılmasından kaynaklanır. Ortaçağda, klasik dönemde, hatta tarihöncesinde ortalama insan ömrünün yirmi ila otuz yıl olduğu doğru ama ortalama ölüm yaşının düşük olmasının sebebi, bebek ve çocuk ölümlerinin fazla olmasıydı. Tarihöncesinde doğmuş çoğu kişi üreme çağına erişemeden ölmüş ama erişebilenlerin birçoğu günümüz standartlarına göre bile uzun sayılabilecek bir hayatın tadını çıkarmıştı. Antikçağda yazılan metinlerden ve o zamanlardan kalma iskeletlerden biliyoruz ki tarihöncesinde dahi yetmiş-seksen yaşına dek yaşayan insanlar o kadar da nadir değildi. Tahminlere göre, o zamanlar ergenlik çağını atlatanlarda ortalama ölüm yaşı ellilerin sonlarına doğruydu ve birçok insan altmışlı, bazıları da yetmişli yaşlarını görüyordu.

Orta yaş söz konusu olduğunda, modern tıp aslında insan ömrüne hepsi hepsi on-on beş yıl ekledi. Daha çok yaşamın *ilk* on yılında bir farklılık oluştu ve ortalama yaşam süresini çarpıcı biçimde değiştiren de bu oldu. Aslında kadınlar yüz binlerce yıldan beri, menopoza girecek kadar uzun yaşıyorlar. Menopoz yakın zamanda ortaya çıkan bir gariplik *olmadığına* göre bahsettiğim bu görüşü bir kenara bırakabiliriz.

Çok da uzun olmayan bir zaman öncesine dek, yumurtalıklarındaki yumurta içeren foliküller tükendiği için kadınların menopoza girdiği düşünülüyordu. Kadınlar her bir yumurtalıkta iki yüz bin civarında folikülle dünyaya gelir. Bu foliküllerin her biri, kadının kendisi henüz bir embriyoyken olgunlaşma sürecini duraklatmış olan bir yumurta hücresi taşır. Derken her ay rasgele seçilen on ila elli folikül, yumurtalarının olgunlaşmasını tekrar başlatarak bir tür yarışa girer. Olgunlaşma sürecini ilk tamamlayan folikül ve yumurta yarışı "kazanır" ve yumurtlama gerçekleşir.

Kaybedenlerin hepsi ölür ve büyük ihtimalle yerlerine yenisi gelmez. İşte yumurta içeren bu foliküller "tükendiği" zaman bir kadının menopoza girdiği düşünülürdü.

Bu açıklama da en az iki nedenle tatmin edici değildir. Öncelikle her ay elli folikül (üst sınır) aktifleşse ve kadın âdet düzensizliği veya gebelik nedeniyle hiçbir döngüyü kaçırmasa bile, altmışlı yaşlara eriştiğinde hâlâ otuz binden az folikül, yani başlangıçtaki rezervinin altıda birini kullanmış olur. İkincisi, hormon esaslı doğum kontrol ilaçları hem yumurtlamayı hem de foliküllerin aylık aktifleşmesini etkilediğinden, menopozun bu hapların kullanıldığı süre kadar gecikmesi beklenir. Oysa yıllarca hormonal doğum kontrol yöntemi kullanan kadınlarda menopoz gecikmesi olsa bile ılımlı düzeydedir.

Menopozun sebebi bütün foliküllerin kullanılıp tükenmiş olması değilse ne peki? Anlaşılan, foliküller nihayetinde östrojen ve progesteron üretmeyi bırakır. Hâlâ çok sayıda folikül olduğu halde bunlar miadını doldurmuştur. Artık hormon üretemezler ve olgunlaşmaları durur. Menopoz belirtileri hormon düzeylerindeki bu düşüşe bağlıdır ve hormon replasmanı tedavisiyle giderilebilir. Ne var ki bu tedavi menopozu engellemez. Kırklı yaşların sonları ya da ellilerin başında yumurtalıklar hormonal çağrılara yanıt veremez hale gelir, hormon üretimini durdurur ve pes eder.

Menopozun kesin mekanizması, yumurtayı saran folikül hücrelerindeki DNA onarım enzimlerinin ifadesinde yaşa bağlı bir azalma olması gibi görünüyor. Bu onarım enzimleri faaliyet göstermediğinde DNA hasarı ve mutasyonlar birikir, bu da yaşlanma sürecini hızlandırır ve hücreler sonunda senesens dediğimiz aşamaya gelir. Foliküler hücreler ölmez ama kendilerinden beklenen bölünme ve yenilenme işlemi durur. Yumurtalıklar bir nevi komaya girer. Fazlasıyla canlı ama atıl durumdadırlar.

Bütün bunlar cildin esnekliğini yitirmesi ya da kemiklerin kırılganlaşması gibi normal, önüne geçilemeyen, yaşa bağlı bozulmanın bir parçasıymış gibi görünebilir ama gerçekte öyle değil. Yaşa bağlı bu ve benzeri süreçler, dokuların, kaçınılmaz biçimde

gerçekleşen hasarı onarmak için elinden geleni yapmasına *rağmen* protein ve DNA hasarının birikmesi sonucu gelişir. Sonuçta kazanan zaman olur; onarım mekanizmasının kendisi de hasar görür ve yaşlanmanın ölüm sarmalı başlar. Fakat yumurtalıktaki foliküllerde DNA onarım enzimlerinin genleri çalışmayı öylece bırakır. Foliküldeki yaşlanma yavaş ve birikimsel değil, zaman ayarlı ve anidir.

Bu da bizi menopozun evrimsel amacına getiriyor. İleri yaşlarda yumurtalığın DNA tamir mekanizmasını kapatan mutasyonların ortaya çıkması kolayca anlaşılabilir bir durum ama doğal seçilim niye bu mutasyonları elemek yerine kayırmış olabilir? Bu konudaki en ilginç açıklamaya göre menopoz, ileri yaştaki kadınları, torunlarının başarısını artırmak için emek harcamaya yönlendirir. O nedenle bu açıklama büyükanne hipotezi olarak anılır. Bu hipotezin müthiş bir popülerlik kazanmış olmasının nedeni, açıklayıcı gücünün yanı sıra, torunlarının üstüne titreyerek onları şımartan büyükanne ve büyükbabalara ilişkin kültürel nosyonlarımıza gayet iyi uyması olsa gerek. Ama aslında altında yatan mantık göründüğünden de karmaşık, zira belli bir fenomenin evrimsel değerini düşünürken sağladığı avantajlarla dezavantajları karşılıklı tartmak zorundayız.

Yaşlı bir hayvan üremeyi bırakıp onun yerine torunlarının bakımında çocuklarına yardım etmeye başlarsa, torunların bu yardımdan fayda göreceği ve büyük olasılıkla hayatta kalıp büyümeyi başaracağı açık. Yani torunların bakımına katkıda bulunmanın doğal seçilim açısından avantaj sağladığı aşikâr. Ne var ki menopozdaki bir büyükanne yaşamın ileri döneminde üremekten feragat ederek, dünyaya getirebileceği toplam çocuk sayısını azaltır. Oysa menopoza girmemiş rakip bir büyükannenin daha fazla çocuğu ve o çocukların da daha fazla çocuğu olur. Her ne kadar bir büyükannenin yardımından mahrum kalsalar da, bu yardımı alanlardan sayıca üstün olacaklardır. Hele hele insanlarda olduğu gibi akrabalar arası güçlü bir işbirliği geliştirirlerse, torunlarının üzerine titreyen bir büyükannenin yardımı olmaksızın da gayet güzel idare edebilirler.

O halde soru şu: Bir büyükannenin torunlarına katkısı, daha düşük bir üreme hızına değecek ölçüde seçici avantaj sağlar mı? Bu çetrefilli sorudan ötürü bazı biyologlar büyükanne hipotezini desteklemez. Dahası bu açıklamaya karşı çok önemli ve bariz bir kanıt var: diğer türlerde programlanmış menopozun olmaması. Büyükannenin torunlarına yaptığı yatırım o denli önemliyse, sağladığı faydayı sadece insanlarda değil bütün sosyal türlerde görmemiz gerek. Oysa bu türlerin hiçbirinde dişiler menopoza girmez.[4]

Büyükanne hipotezinin neredeyse sadece insanlar için geçerli olması, sosyal gruplarımızın çok eskiden beri kendine özgü bir yapı göstermesiyle açıklanıyor. Yapılan araştırmalar gösteriyor ki, son yedi milyon yıl içinde atalarımız, yakın ilişkilerin kurulduğu, oldukça hareketli ve karmaşık bir sosyal yapı sergileyen küçük topluluklar halinde yaşamıştı. O süre içinde muhtemelen farklı yaşam tarzları denendi; çeşitli hominid türlerine ait ilginç anatomik özellikler mozaiği bunun bir kanıtı. Bunların hiçbiri insana özgü değilse bile biri öyle olabilir: özenli bir işbölümü.

Atalarımızın zekâsı ve sosyal becerileri geliştikçe, zaten karmaşık olan primat yaşam tarzı büsbütün karmaşık hale geldi. Alet kullanma, örgütlü avlanma ve komünal ebeveynlik hayatta kalma işini büyük ölçüde verimli kılarken, bazı bireylere araştırma ve inovasyon özgürlüğü tanır. Çok geçmeden insanlar barınak yaparak, karmaşık aletler üreterek, etraflarındaki bitki ve hayvanları kullanarak içinde bulundukları dünyayı yeniden biçimlendirmeye koyuldular. Bireyler sahip oldukları becerileri birbirlerine öğretmeye, grup üyeleri arasında işbölümü yapmaya başladılar. Büyükanne etkisinin evrimleşmesi için doğru ortamı bu komünal yaşam sağlamış olabilir.

İleri düzeyde sosyal bir grubun her üyesi üzerine düşen görevi farklı biçimlerde yerine getirir. Yapılacak çok iş vardır. Aynı anda kimileri avlanırken kimileri toplayıcılık yapar, bazıları yırtıcıları ve rakipleri gözler, bazıları alet yapar ya da çocuklara bakar. Fakat bireylerin bir arada yaşaması kendi aralarında rekabet etme-

yecekleri anlamına gelmez. İşbirliği grubun diğer gruplarla rekabetini kolaylaştırır ama grup içinde de rekabet olur. Sonuçta doğal seçilim bireylerin başarı ya da başarısızlığı üzerinden işler.

Bu grup içi rekabeti akılda tutarak, her yaştan çocuğun bulunduğu küçük bir topluluk hayal edin. Çocukluk çağında ölüm hızının yüksek olduğu bu grupta çocuklar yiyeceğe erişimin yanı sıra ebeveynin sağladığı bakım ve korunma için de rekabet ederler. Genç bir kadının evrimsel çıkarlarına en fazla hizmet eden şey, kaynaklara erişim bakımından diğer çocuklarla rekabete giren olabildiğince fazla çocuk doğurmaktır. Komünal ebeveynlik çocuk bakımının getirdiği yükün herkes tarafından paylaşılmasını sağladığı için genç kadın pastadan en büyük payı almak ister.

Fakat yaşlanıp da çocuklarının sayısı arttıkça işin matematiği değişir. Çocukları sonunda birbirleriyle rekabete girer ve kadın gerek ilerleyen yaşından ötürü gerekse bedensel ve zihinsel açıdan eskisi kadar güçlü olmadığından hepsine yardım edemez. Çocuklarından birinin başarısının bedeli, bir başkasının çocuğu yerine kendi çocuklarından birinin başarısızlığı olabilir. Bu, kadın için sıfır toplamlı bir oyundur. Doğurmaya devam etmek üreme potansiyeline çok az katkı sağlayabilir. Hatta insanlarda doğumun anne için ne kadar tehlikeli olduğunu düşündüğümüzde, aslında potansiyeline *zarar* bile verebilir. Bu koşullarda kadının daha fazla çocuk doğurmak yerine, çocuklarına daha iyi bakmaya odaklanması, enerji ve kaynaklarını daha iyi kullanmasını sağlayabilir. O zamana kadar torun sahibi bile olmuş olabilir elbette.

Büyükanne hipotezi böyledir. Biraz fazla derli toplu görünse de ortak kültürel deneyimimizle ve işbirliğine dayalı komünal yaşam, yüksek bebek ve anne ölüm hızları, uzun ömür gibi benzersiz yönlerimizden bazılarıyla uyuşur. Biyolojik etkenlerin bu kombinasyonu, bize menopozu kazandıran spontane mutasyonları desteklemiş olabilir.

Balinalara geri dönelim. Araştırmacılar, Britanya Kolombiyası sahilinde yaşayan orkaların hareketleri ve etkinlikleriyle ilgili, saatler süren detaylı video kayıtlarını da içeren otuz beş yıllık ve-

riyi analiz ettiler. Orkaların küçük gruplar halinde avlandığını, sürünün başında genellikle menopoza girmiş yaşlı bir dişinin bulunduğunu gördüler. Gerçekten de avlanan gruplar sıklıkla yaşlı bir anne reis (matriyark) ile oğullarından oluşur. Ergin erkek orkalar zamanlarının büyük bölümünü babaları ya da diğer balinalardan çok anneleriyle birlikte avlanarak ve yiyecek arayarak geçirirler.

Daha çarpıcı olansa, avlanan gruplara menopozdaki dişilerin öncülük etme eğiliminin kıtlık dönemlerinde en belirgin olması. Zor zamanlarda orkalar kendilerine kılavuzluk eden anne reislere güvenirler, ki bunlar genellikle kendi anneleridir. Yaşlı bir orka yıllardır avlanıp yiyecek aradığı ve balinaların etkileyici bir hafızası olduğu için anne reis, fokları ve susamurlarını nerede bulacağı, somonların yumurtlamak için ne zaman göç ettiği gibi konularda ömür boyu edindiği bir ekolojik bilgiye sahiptir. Bu bilgi kıtlık döneminde özellikle önem kazanır. Neden yaşlı erkek orkaların da sahip oldukları bilgiyi paylaşmadığı bilinmiyor ama yaşlı dişilerin paylaştığı kesin.

Menopoz bir yana, insanlarda üremeyle ilgili garipliklerin çoğu görünüşe göre ne adaptasyon amaçlıdır ne de diğer hayvanlarda görülür. İnsanlarda üreme sistemi, cinsel olgunluğun geç başlamasından tutun da dişilerin eninde sonunda menopoza girmesine kadar, pek çok açıdan hataya yatkın, hatta ölümcüldür. Üremeye ilişkin bu net kusurlar normal koşullarda bir türün başarısını öylesine sakatlar ki evrim sürecinde gereken düzeltmeler yapılmazsa o türün soyu tükenir.

Fakat insanlar bu kusurlara rağmen dayandı. Diğer kusurlarımız için olduğu gibi bu evrimsel sorunları da büyük beynimizi kullanarak alt ettik. Bir bakıma doğanın sorunu çözmesini beklemektense evrimsel kaderimizin dizginlerini elimize aldık. Yaratıcı düşünce gücümüz ve işbirliğine dayalı sosyal hayatımız, ilk zamanlarda zor da olsa hayatta kalmamızı sağladı. Derken dilin ortaya çıkması, bilgeliğimizin çağlar boyunca birikerek artmasına, çocuklarımıza hünerlerimizi öğretmemize imkân tanıdı. Peki birikmiş onca toplumsal bilgiyi kim muhafaza etti? Menopoza gir-

miş matriyarklar, yani büyükanneler.

İnsanlar bitkileri ve hayvanları evcilleştirdi, mühendisliği icat etti ve şehirler kurdu. Bu yeniliklerin sağladığı avantajlar türümüzün düşük üreme hızı ile yüksek çocuk ve anne ölüm hızlarını dengeledi ve bilimsel aydınlanma çağının şafağında katbekat artan bu kolektif bilgi sonunda insanları, üremenin uzun zamandır üzerlerine yıktığı o ölümcül çelişkiden büyük ölçüde kurtardı.

Nihayetinde aklımızla biyolojinin sınırlarını aşabildik. Modern tıp, atalarımızı o denli sık ve erken yaşta öldüren canavarların pek çoğunu ehlileştirdi. Buna bağlı olarak on dokuzuncu yüzyılın ortalarında tıbbi bakım standartları yükselmeye başlayınca nüfus patlaması yaşandı. Bu patlamayla birlikte mahşerin uğursuz atlıları da sökün etti: kaynakların kıtlığı, savaş ve türümüzün daha önce hiç görmediği boyutlarda bir ekolojik yıkım.

O nedenle şimdi tam tersi bir sorunla karşı karşıyayız: çok az değil çok fazla insan olması. Kontrolsüz ve sürdürülemez nüfus artışı da "kötü tasarım"ın bir sonucudur. Yani belki de üremeyle ilgili bütün o kısıtlılıklarımız o kadar da kötü bir şey değildir, ne dersiniz?

5

Tanrı Doktorları Neden Yarattı?

İnsanın bağışıklık sistemi niye kendi bedenine bu denli sık saldırır? Gelişimsel hatalar dolaşımımızı nasıl mahveder? Kanser neden kaçınılmazdır? Ve daha fazlası...

BİZ İNSANLAR hastalıklı canlılarız. 1. Bölüm'den hatırlayacağınız üzere, sinüs boşluğumuzun tuhaf drenajından ötürü diğer memelilere kıyasla çok daha sık nezle oluruz. Ama bu, buzdağının sadece görünen kısmı. Türümüz, sinüslerdeki drenaj deliğinin hatalı yerleşimi kadar doğrudan bir sebebe bağlanamayacak, çoğu bize has başka hastalıklardan da mustarip.

Örneğin ABD'de mide gribi adıyla da bilinen gastroenterit insanlarda sık görülür. Gastroenterit sindirim sistemindeki herhangi bir enfeksiyonu ya da yangıyı içeren bir şemsiye terimdir. Bulantı, kusma, ishal, halsizlik, iştahsızlık ve hazımsızlık, hatta yemek *yiyememe* gibi şikâyetlerle kendini gösterir.

Bu iki illet –nezle ve gastroenterit– gelişmiş Batı dünyasında en sık rastlanan hastalıklardır. İkisi de nadiren ölümcül olmakla birlikte o kadar yaygındır ki yılda *milyarlarca* dolara mal olur ve bu maliyetin büyük bölümünü çalışanların istirahat ve iyileşme sürecinden kaynaklanan ücret kaybı oluşturur.

Bu hastalıkların bazı biçimleri çok daha pahalıya patlar; sözgelimi ishalle seyreden hastalıklar (bağırsakları etkileyen ve gelişmekte olan ülkelerde kanalizasyon suyunun içme suyuna karışması sonucu ortaya çıkan gastroenterit tipleri) küresel ölçekte hâlâ en büyük ölüm sebeplerinden biridir.

Diğer hayvanlarda ne nezle ne mide gribi ne de ishalle seyreden hastalıklar yaygındır. Nezle, türümüzün kötü tasarlanmış burun boşluklarından ötürü kısmen de olsa evrime atfedilebilir elbette ama aynı zamanda bir enfeksiyondur, yani midemizi altüst eden mikroplara benzer başka mikroplar nedeniyle gelişir. Enfeksiyon hastalıkları söz konusu olduğunda öncelikle kendimizi, sonra doğayı suçlamalıyız. Çünkü bu tür hastalıklar kısmen de olsa yüksek nüfus yoğunluğuna ve kentleşmeyle ilgili diğer yaşam koşullarına bağlı olarak gelişir.

Klasik çağlardan itibaren insanlar hızla gelişen, kalabalık, kirli metropollerde dip dibe yaşamaya başladılar. Çiftlik hayvanları da hem birbirleriyle hem de insanlarla dip dibeydi (birbirleriyle hâlâ öyleler). Atalarımızın çiğ ve hazırlanmış gıdaları da işin içine girince, bu sağlıksız koşullar her türden bakteri, virüs ve paraziti içeren ve insanlığın yüzyıllarca katlanmak zorunda kaldığı bir ortam hazırladı. Modern sıhhi tesisat sayesinde artık bu destansı pislik yığınıyla başa çıkabiliyoruz. Ama türümüzün yaşam tarzının davetiye çıkardığı öldürücü salgınları düşünecek olursak, insan uygarlığının başarıya ulaşmış olması gerçekten de şaşırtıcı.

Çocukluk çağını atlatmayı başaran atalarımızda, ölümcül olabilecek bakteri ve virüslere karşı koruma sağlayan, bağışıklık sisteminin ürettiği bir tür protein olan antikorlar oluştu. Bu antikorlar onlara hiç değilse çevrelerindeki en beter mikroplara karşı bağışıklık kazandırdı. Avrupa'nın keşifler çağı başladığında, Avrupalılarla ilk kez temas eden yerli halklar için işler yolunda gitmedi. Onlar, Avrupalı çocukların hayatta kalmak için geliştirmeye mecbur olduğu antikorlara daha önce ihtiyaç duymamıştı. Yaşadıkları yere özgü enfeksiyon etkenlerine karşı antikora dayalı bir direnç geliştirmiş olduklarına hiç şüphe yok ama istilacılarla birlikte gelen patojenler kokteyline tamamen hazırlıksız yakalanmışlardı.

Günümüz insanları için insan hayatının rutin parçası olan enfeksiyon hastalıkları Avrupa ve Asya'daki kent yaşamının sefil koşullarında doğdu ve serpildi. O nedenle enfeksiyon hastalıklarının çoğundan tasarım kusurunu sorumlu tutamayız; daha önce

de değindiğim gibi, bunlar doğanın hatası değil bizim hatamız.

Bununla birlikte bizi hasta eden tasarım kusurlarımız var elbette. Görünüşe göre durmadan hedefi ıskalayan bir bağışıklık sisteminden mustaribiz. Bağışıklık sistemimiz, otoimmün hastalıklarda olduğu gibi kendi hücrelerimize ve dokularımıza yanlışlıkla saldırır ya da zararsız proteinlere aşırı tepki verir. Orta yaş dönemine eriştiğimizde kalp-damar sistemi, zamanla daha da kötüye giden bir güçsüzleşme sürecine girer. Çok geçmeden, hücrelerdeki hasar birikiminin bir sonucu olan kanser darbeyi indirir.

Bu sorunların hiçbiri insana has olmamakla birlikte çoğu, insanlarda, diğer hayvanlardakine göre daha belirgin ve ölümcül seyreder. Bu hastalıklara hayvanat bahçesindeki hayvanlardan daha fazla, evcil hayvanlarımızdan çok daha fazla, yaban hayvanlarından ise *çok çok* daha fazla yakalanırız. Hiçbir mantığı olmasa da bünyemiz adeta hastalanmaya güdümlüdür.

İçimizdeki Düşman

Otoimmün bozukluklar, evrim sürecinde yakalandığımız en yıldırıcı hastalıklar arasında yer alır. Bu hastalıklarda antibiyotiklerle savaşabileceğimiz bakteriler rol oynamaz. Antikor geliştirebileceğimiz virüsler de yoktur. Kesip çıkarılacak, kimyasallarla ya da radyasyonla tedavi edilebilecek tümörler de. Hastalığın sebebinin kökenine indiğimizde sadece kendimizi buluruz.

Otoimmün hastalıklar kimlik tanımlama hatasından ileri gelir. Bireyin bağışıklık sistemi vücuttaki bir proteinin ya da hücrenin yabancı değil kendine ait olduğunu "unutur" (ya da zaten hiç öğrenmemiştir). Kendi hücrelerini tanıyamayan bağışıklık sistemi onlara can havliyle saldırır. Trajik bir dost ateşi vakası ortaya çıkar.

Tahmin edilebileceği üzere bunun sonucu iyi olmaz. Vücut kendine saldırmaya başlayınca, hekimlerin elinden bağışıklık sistemini baskılayan ilaçlar vermek dışında pek bir şey gelmez. Bu tehlikeli bir yaklaşım olduğundan çok dikkatli uygulanması ve hastanın yakından izlenmesi gerekir, birçok komplikasyon çıkabi-

lir. Bağışıklık sisteminin yanıtını baskılayan ilaçlar açık bir enfeksiyon tehdidi ve sık görülen solunum sistemi hastalıklarında artışın yanı sıra akne, titreme, kas güçsüzlüğü, bulantı ve kusma, kıllanma ve kilo almaya yol açabilir. Bağışıklık sistemini baskılayan ilaçların (immünosüpresanlar) uzun süreli kullanımı yüzde yağ birikimine ("aydede yüzü" de denir), böbrek işlevleri bozukluğuna ve kan şekerinin yükselmesiyle birlikte diyabet riskinde artışa neden olabilir. Bu ilaçlar kanser riskini de artırır. Tedavi de neredeyse hastalığın kendisi kadar kötü olabilir.

Hemen hemen bütün otoimmün bozukluklar, nedendir bilinmez, kadınlarda erkeklere göre daha sık görülür. Bu yeterince kötü değilmiş gibi, otoimmün hastalıklar yavaş ve belli belirsiz başlar. Hastalar ağrı ve kısıtlılıklara alışır, hatta fiziksel açıdan ters giden bir şey olmadığını bile düşünebilirler. Başkalarının, hatta hekimlerin belirtileri önemsememesi de tuz biber eker. Bir arkadaşım muhtemelen birbiriyle ilintili iki otoimmün hastalık olan kronik yorgunluk sendromu ve romatoid artrite bağlı olarak sık sık onu güçsüz düşüren belirtiler tecrübe ediyor. Sağlık profesyonellerinden şöyle cümleler duymuş: "Hangimiz sabah kalktığımızda harika hissediyoruz ki!"; "Bence dışarı daha sık çıkıp daha çok egzersiz yapmanız gerek" ve her zaman imdada yetişen "Psikolojik olabilir ama her halükârda yatıp kalmanın size faydası olmaz".

Otoimmün hastalığa sıklıkla depresyonun eşlik etmesi hiç de şaşırtıcı değil. Belirtiler sizi güçten düşürüyorsa, pek az tedavi seçeneğiniz varsa, tedavinin akne ve kilo alma gibi yan etkileriyle karşılaşıyorsanız depresyona girebilirsiniz. Çevrenizdekilerin yeterince anlayışlı davranmaması, durumu daha da kötüleştirir. Destek eksikliği artı depresyon, hastaları sosyal açıdan yalnızlığa iter ki bu da gerek fiziksel belirtileri gerekse depresyonu daha da ağırlaştırır. Arkadaşım hislerini şöyle ifade ediyor: "Boğuluyormuş gibi hissediyorum, ama yardım istemek için elimi uzattığımda insanlar avuçlarıma taş koyup daha çok çabalamamı söylüyorlar."

Otoimmünite cesaret kırıcı olduğu kadar bilimsel açıdan da

kafa karıştırıcıdır. Belirtiler, belli eklemlerde ağrılı yangıya yol açan romatoid artritteki gibi belli bir bölgede olabilmenin yanı sıra, B hücrelerinin vücudun her yerindeki hücrelere saldırdığı lupustaki gibi sistemik de olabilir. Her iki durumda da bağışıklık sistemi mantıklı bir gerekçesi olmaksızın kendi vücuduna saldırır. Burada başka yönden fayda sağlayan talihsiz bir evrimsel takas söz konusu değildir. Otoimmün hastalıkların iyi bir tarafı yoktur. Safi hatadan ibarettirler. Bağışıklık sistemi bazen hedefini şaşırır.

Otoimmün hastalıklar artıyor gibi görünse de bu artışın ne kadarının, diğer kronik hastalıklarda olduğu gibi, daha iyi tanı yöntemlerinin gelişmesine ve yaşam süresinin uzamasına bağlı olduğunu bilmiyoruz. Ulusal Sağlık Enstitüleri'nin tahminine göre 23,5 milyon Amerikalı, yani nüfusun yüzde 7'sinden fazlası, en sık görülen yirmi dört otoimmün hastalığın birinden mustarip. Halihazırda tanımlanmış ve resmi bilimsel sınıflamaya dahil edilmeyi bekleyen pek çok başka otoimmün hastalık olduğunu düşündüğümüzde bu rakam hiç kuşkusuz gerçeğe göre düşük bir tahmini yansıtıyor.

Otoimmün hastalıkların en tuhaf olanları aynı zamanda bu evrimsel kusuru en fazla aydınlatanlardır. İlk olarak myastenia gravis (MG) denen hastalığı ele alalım. Sinir-kas bileşkesini etkileyen hastalık gözkapağında düşme ve kas güçsüzlüğüyle başlayıp felce ilerleyebilir ve tedavi edilmediğinde ölümle sonuçlanır.

MG hastalarında sorun kaslarda değildir. Bağışıklık sistemi normal kas aktivitesini bozan antikorlar üretir. Kasın kasılabilmesi için bir motor nöron, kas dokusundaki reseptörlere bağlanan kimyasal taşıyıcıları yani nörotransmitterleri salıverir. Bu nörotransmitterler kasılmayı sağlar. Her şey çok hızlı gelişir. Ama bağışıklık sisteminiz, MG hastalarında olduğu gibi nörotransmitter reseptörlerine müdahale ederse kas güçsüzlüğü başlar.

MG hastalarının bağışıklık sistemi, kaslardaki nörotransmitter reseptörlerine saldıran antikorlar üretir. Neden? Sebebini bilmiyoruz. Neyse ki sonuçta büyük çaplı bir sistemik yanıt gelişmez. Eğer öyle olsaydı MG hastayı hızla ölüme götürürdü. Antikorlar

nörotransmitter reseptörlerini bloke eder. MG ilerledikçe bağışıklık sistemi daha fazla antikor üretir ve hastalar kaslarını kasma yetisini yavaş yavaş yitirir. Bir süre öncesine kadar, MG hastası olsaydınız göğüs kafesiniz genişleyemediği için solunum yetmezliği nedeniyle on yıl içinde ölüme mahkûm olurdunuz. Neyse ki MG modern tıptaki başarı öykülerinden biridir. Yirminci yüzyılın başlarında MG'ye bağlı ölüm hızı yüzde 70 civarındaydı. Oysa günümüzde gelişmiş Batı ülkelerinde bu oran yüzde 5'in altında. Son altmış yıl içinde geliştirilen bir dizi tedavi neticesinde, immünosüpresanların kötü antikorların etkilerine karşı koyan özel ilaçlarla kombine edildiği güncel tedavi şeması elde edildi.

Bu tedavi hiç kolay değildir. İlaçların yan etkileri vardır ve inhibitörlerin belli aralıklarla alınması gerektiğinden hastalar ilaç almak için gecenin bir yarısı uyanmak zorunda kalırlar. Birçoğu hayat boyu her gece buna katlanmak mecburiyetindedir. Hastalandıkları, içkiyi birazcık fazla kaçırdıkları ya da sadece çok yorgun oldukları için uyuyakalıp saatin alarmını duymazlarsa, belirtiler ertesi gün muhtemelen alevlenir. En dikkatli hastalar bile zaman zaman gelişen ve sıklıkla hastanede yatarak tedavi görmelerini gerektiren krizlerle boğuşmak zorunda kalır.

Altmış bin civarında MG hastası olan ABD'de hastalık nedense Avrupa'dakine göre biraz daha yaygın görülür. Diğer otoimmün hastalıkların çoğunda olduğu gibi MG'nin sebebine dair elimizde gerçek bir ipucu yok. Bağışıklık sistemi her şeyi yüzüne gözüne bulaştırır ve antikor üretmeye bir kez başladı mı duramaz. Hastalığın genetik bir biçimi de bulunmuştur ama çok nadir görülür. Vakaların büyük çoğunluğunda, türümüzün bağışıklık sistemini etkileyen bir tasarım kusurundan başka bir açıklama bulamayız. Neyse ki bilim artık MG hastalarının çoğunun hayatını kurtarıyor, ama önceki kuşaktan evvel binlerce kuşak boyunca MG çaresi olmayan ölümcül bir hastalıktı.

MG gibi Graves hastalığında da bağışıklık sistemi vücutta bol bulunan, tamamen normal ve önemli bir moleküle karşı antikor üretir. Graves hastalığında hasta aşikâr bir neden olmaksızın tiroit

uyarıcı hormon (TSH) reseptörü üzerinde etki gösteren antikorlar üretmeye başlar. Adından da anlaşılacağı üzere TSH, tiroit bezini kontrol eder; bezden tiroit hormonlarının (TH'ler) salgılanmasını uyarır. Bu hormonlar bütün vücuda dağılarak genellikle enerji metabolizmasıyla ilgili çeşitli etkiler gösterir. Hemen hemen bütün dokularda TH reseptörlerinin bulunması, tiroit hormonlarının vücudun bu denli farklı bölgelerinde nasıl bu kadar çeşitli etkiler gösterebildiğini açıklar.

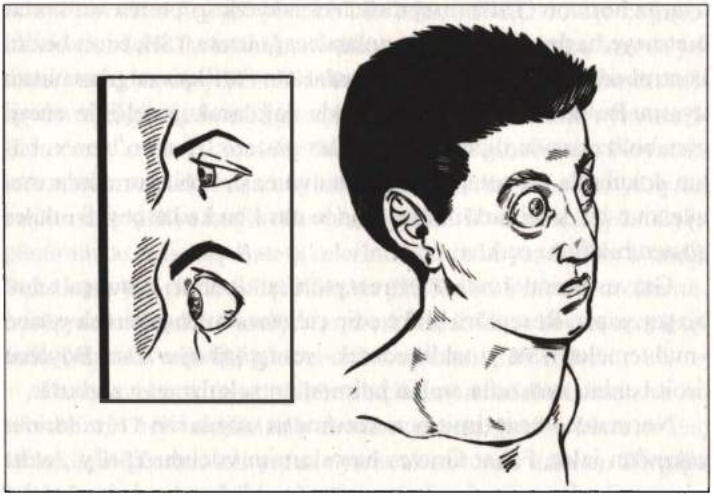
Graves hastalığında TSH reseptörü antikorları oldukça tuhaf bir şey yapar. Reseptörü bloke edip çalışmasını engellemek yerine –muhtemelen TSH'yi taklit ederek– reseptörü *uyarırlar.* Böylece tiroit bezini, aynı adla anılan hormonları salgılamaya zorlarlar.

Normalde vücut tiroit bezi tarafından salgılanan TH miktarını yakından izler. Fakat Graves hastalarının vücudu TSH'yi taklit eden antikorların bombardımanı altında olduğundan giderek daha fazla TH salgılar ve bu da hipertiroidi denen duruma yol açar.

Graves hastalığı hipertiroidinin en sık rastlanan nedenidir. Kalp ritminde hızlanma, kan basıncında artış, kas güçsüzlüğü, ellerde titreme, çarpıntı, ishal, kusma ve kilo kaybı gibi belirtileri vardır.

Çoğu hastada gözle görülebilir düzeyde guatr gelişir; gözlerde sulanma, hatta dışarı doğru fırlama olur. Hipertiroididen mustarip olan kadınların bebeklerinde doğumsal kusurlar yüksek oranda görülür. Ayrıca hastalarda uykusuzluk, anksiyete, mani, paranoya gibi psikiyatrik belirtiler ortaya çıkabilir; ciddi vakalarda psikotik ataklar gelişebilir. Görece sık rastlanan bir hastalık olan hipertiroidi genellikle kırk yaşından sonra başlar ve ABD'de erkeklerde yaklaşık yüzde 0,5, kadınlardaysa yüzde 3 oranında görülür.

Bu hastalığın 1835'te tanımlanmasından önce Graves hastalığı sık sık ölümle sonuçlanırdı. Dışarı fırlamış gözler ve guatrla birlikte psikiyatrik belirtileri düşününce, batıl inançları son derece kuvvetli olan atalarımızın, şeytanın hastanın ruhunu ele geçirdiğinden şüphelendiklerini hayal etmek hiç de zor değil. Nitekim ortaçağda Avrupa'daki sanatoryumlarla ilgili anlatılar arasında,



Bir Graves hastasının yüzü. Gözlerde dışarı doğru fırlama ve tiroit bezinin büyümesi (guatr) bu esrarengiz otoimmün hastalığın tipik özellikleridir. Modern tıbbın geliştirdiği tedavilerden önce bu hastalığın kurbanları ruhlarının şeytan tarafından ele geçirildiği şüphesiyle sanatoryumlara yatırılıyordu.

boynunda şişlik olan, gözleri dışarı fırlamış paranoid hastalarla ilgili hikâyelere rastlarız.[1] Bu hastaların birçoğu muhtemelen daha önce sağlıklı ve üretken olup hastalıktan sonra ailesi ve dostları tarafından terk edilmiş, son yıllarını ıstırap içinde geçirmeye mahkûm olmuş Graves hastalarıydı.

Bereket, modern tıp sayesinde Graves hastalığı için genellikle immünosüpresan kullanmayı gerektirmeyen çok sayıda etkili tedavi geliştirildi. Tiroit bezini baskılayan ilaçlar kullanılıyor. Ayrıca hızlanan kalp ritmini yavaşlatan ve kan basıncını düşüren beta blokerler gibi, en riskli belirtilere karşı kullanılan ilaçlar da mevcut. Üstelik bu tedavilerin öyle çok fazla olumsuz yan etkisi yok. Bunlara ilaveten radyoaktif iyotla tiroit bezi kısmen tahrip edilebiliyor ve bu tedavi gerekirse tekrarlanabiliyor. Son olarak tiroit bezinin kısmen ya da tamamen çıkarılmasıyla süreci tersine çevirmek mümkün. Cerrahi tedavinin ardından, günde bir kez,

kolay emilen bir tabletle tiroit hormonu takviyesi yapmak gerekiyor. Dolayısıyla artık Graves hastalığını, kendi vücudumuzun sebep olduğu bir sorunun bilim tarafından başarıyla çözülmesinin bir örneği olarak düşünebiliriz, ama kuşaklar boyunca bu hikâye hiç de öyle toz pembe değildi.

Modern tıp, Graves hastalığı ve MG gibi bazı otoimmün hastalıklarda başarı kazanmış olsa da bu kategoride yer alan gizemli bir hastalık olan lupusun hâlâ tedavisi yok. Tam adı sistemik lupus eritematozus olan hastalık vücutta pek çok dokuyu etkileyebiliyor; hastadan hastaya değişen, kas ve eklem ağrısından, döküntü ve kronik yorgunluğa varan çok çeşitli belirtilere neden olabiliyor. Aslında birçok biliminsanı lupusu tek bir hastalıktan ziyade birbiriyle ilişkili bir hastalıklar grubu olarak ele alır. Tahminler değişken olmakla birlikte ABD'de üç yüz bin ila bir milyon lupus hastası olduğu düşünülüyor. Otoimmün hastalıklar cinsiyet seçer ve lupus da istisna değildir; kadınlarda erkeklerdekine göre dört kat fazla görülür.

Asıl nedeni pek iyi anlaşılamamış olmakla birlikte lupusta ilk tetikleyicinin bir viral enfeksiyon olduğu düşünülüyor. Ne tür bir virüs olduğunu ve enfeksiyonun bağışıklık sistemini neden kalıcı olarak darmadağın ettiğini bilmiyoruz. Tek bildiğimiz, bağışıklık sisteminin antikor fabrikaları olan B hücrelerinin, kendi hücrelerinin çekirdeğinde bulunan proteinleri hedef alan antikorlar üretmeye başladığı. Sözün özü, lupusta bağışıklık sistemi kendine karşı savaş ilan eder.

B hücreleri kendi kendine saldırmaya başlayınca, programlanmış hücre ölümü ya da apoptoz olarak adlandırılan bir reaksiyon başlar. Apoptoz, bir hücrenin, etrafındaki hücrelerde panik yaratmayacak şekilde yavaş ve dikkatli biçimde kendini parçaladığı ve geri dönüştürebilir maddeleri, komşu hücrelerce emilebilecek şekilde paketlediği kontrollü bir intihar biçimidir. Embriyonik gelişim, kansere karşı savunma, dokuların genel sağlığının korunması gibi süreçlerde kritik rol oynayan apoptoz, aynı zamanda vücut hücrelerinin diğer hücreleri virüslere karşı korumasının başlıca

yollarından biridir. Bir hücre enfekte olduğunu algıladığında, virüsü kendisiyle birlikte ortadan kaldırarak organizmayı kurtarabileceği umuduyla kendini öldürür. Apoptoz pek çok açıdan yaşamın şiirselliğinin hoş bir örneğidir: Hücreler canlının iyiliği için hiç düşünmeden kendini feda eder.

Ama lupusta durum o kadar da şiirsel değildir. Kendilerini kitleler halinde öldüren B hücreleri, vücudun, artıkları etkin ve güvenli biçimde temizleme kapasitesini zorlayarak birikmeye başlar. Sorunu daha da karmaşıklaştıran bir etken de, aktifleşmiş olan B hücrelerinin, enfekte hücreleri bulup onlara tutunmalarını sağlayacak şekilde tasarlanmış bazı yüzey reseptörlerinden ötürü "yapışkan" hale gelmesidir. Ölen B hücreleri, hücre ve hücre parçalarından meydana gelen öbekler oluşturmaya meyillidir. Bağışıklık sisteminin diğer hücreleri, bu artıkları yutup temizlemeye çağrılır ve bu hücreler yardım etmeye çalışırken bazen karmaşanın içine çekilir. Sonuçta lenf bezleri ve dalak gibi lenfatik organlar başta olmak üzere bütün vücudu saran zincirleme reaksiyon şeklinde bir iltihabi yanıt gelişir.

Olan biten klinik açıdan böyle görünür. Basitleştirilmiş versiyon ise şöyle özetlenebilir: Lupus hastalarının çoğu zaman kolunu kaldıracak hali olmaz.

Mikroskobik öbekler vücudun herhangi bir yerinde oluşabileceği için lupus hastalarında uzun bir liste oluşturan belirtiler zaman zaman değişebilir. Lupusun klinik belirtileri belli bazı kas ve eklemlerde ya da gövde veya baş bölgesinde daha yaygın olarak ortaya çıkan ağrı; ara sıra görülen ya da kronik olabilen yorgunluk; kol ve bacaklarla sınırlı ya da tüm vücutta su tutulumu şeklinde kendini gösteren şişme; ateş; deri döküntüleri; ağızda ülserler ve depresyondur. Belirtilerin çoğuna böbreğin mikroskobik filtresi, akciğerlerde gaz alışverişinin yapıldığı kesecikler, hatta perikard (kalbi saran fibröz zar) gibi talihsiz yerlere ulaşan hücresel artıkların oluşturduğu yapışkan öbekler sebep olur. Bu öbekler belli bir dokunun işleyişini bozmanın ötesinde, takılıp kaldıkları yerde aktif reaksiyonu devam ettirdikleri için, yangının kom-

şu dokulara da yayılmasına yol açar. Bir kez daha, durum tam anlamıyla bir otoimmünite keşmekeşidir.

Lupusta tanı öncesi dönem özellikle bezdiricidir; belirtiler zaman içinde değişebildiğinden doktorlar hastalığı tanımlamakta zorluk çeker ve hasta, sorunlarını doğru bir şekilde tespit ve ifade etme becerisine olan güvenini kaybeder. Lupus hastalarına, en başta psikiyatrik rahatsızlıklar olmak üzere çok sık yanlış tanı konur. *Daha önce göğüs ağrınız vardı ama şimdi eklemleriniz ağrıyor, öyle mi? Demek şimdi de başka bir şey çıktı. Belki de bir psikiyatriste görünseniz iyi olur.*

Belki de. Zira diğer otoimmün hastalıklarda olduğu gibi lupusta da anksiyete, uykusuzluk ve duygudurum bozuklukları gibi çeşitli psikiyatrik belirtiler görülebilir. Bu belirtiler çoğu zaman lupusta ortaya çıkan baş ağrıları, yorgunluk, kronik ağrı, konfüzyon, bilişsel işlev bozukluğu, hatta psikozdan kaynaklanır. Bir çalışmada lupus hastası kadınların yüzde 60'ının klinik açıdan depresyonda olduğu saptandı. Karşılaştıkları onca zorluğu düşünecek olursak bu oranın yüzde 100 olmaması şaşırtıcı.

Lupusta kullanılan tedaviler de hastalığın belirtileri kadar çeşitlidir. Hemen hemen bütün lupus hastaları bir immünosüpresanla birlikte, her hastanın kendine has klinik tablosuna yönelik ilaçlar kullanır. Lupus hastalarında, en çok işe yarayan kombinasyonu bulmak için yıllar boyu farklı tedavi rejimlerini denemek gerekebilir; derken o tedavi de ansızın, ortada hiçbir sebep yokken etkisiz kalabilir.

Neyse ki lupus hastalarında hastalığın seyrine dair tahminler zamanla daha isabetli bir hal aldı; zamanla derken gerçekten de çok uzun bir süreyi kastediyorum. Hastalığın adı on ikinci yüzyılda koyulmuş olsa da hastalığa dair tasvirlerin geçmişi klasik çağa uzanıyor. Lupus 1850'lerde bir otoimmün hastalık olarak tanımlandı ama tanı koydurucu laboratuvar testlerinin bulunması için yüz yıl daha geçmesi gerekti. Günümüzde lupus hastalarının yaşam beklentisi toplum genelinin yaşam beklentisiyle hemen hemen aynı ama bunun bir bedeli var. Lupusta bir gün olsun belir-

tisiz geçmiyor ve ataklar hastaları haftalarca yatağa mahkûm edebiliyor.

Lupusu kötü tasarım dışında bir şeyle gerekçelendirmek zor görünüyor. Türümüzün bağışıklık sistemi, vücudun yabancı hücrelere ve proteinlere karşı güçlü bir yanıt verirken kendi hücrelerini ve proteinlerini rahat bırakmasını garantileyecek kontrol ve dengelere sahiptir. Bir viral enfeksiyon sırasında bu kısıtlamaların bazıları geçici olarak gevşetilir ki vücut, hücrelerini gasp eden virüse daha güçlü biçimde saldırabilsin. Lupusta ayar asla eski haline dönmez ve hastalar hayatlarının sonuna dek bir hayalet virüse karşı mücadele verir. Yanıtın kendisi önceden programlanmıştır ve uygun bağlamlarda işe yarar. Sorun ayar düğmesindedir. Bütün otoimmün hastalıklar çetindir ama içlerinde en şaşırtıcı olan lupus olsa gerek. Bağışıklık sistemi kendisiyle kavgaya giriştiğinde ne yaparsa yapsın kaybetmeye mahkûmdur.

Myastenia gravis, Graves hastalığı ve lupus, insanlarda gelişebilecek pek çok otoimmün hastalıktan sadece üçüdür. Ulusal Sağlık Enstitüleri romatoid artrit, iltihabi bağırsak hastalığı, myastenia gravis, lupus ve Graves hastalığı gibi en sık görülen yirmi dört otoimmün hastalığı takip ediyor olsa da, Amerikan Otoimmüniteyle İlişkili Hastalıklar Derneği yüzün üzerinde otoimmün hastalık olduğu ve bu hastalıkların elli milyon Amerikalıyı, yani nüfusun altıda birini etkilediği tahmininde bulunuyor. Otoimmün kökenli olduğu doğrulanmış ya da öyle olduğuna güçlü biçimde inanılan hastalıklar arasında multipl skleroz, sedef hastalığı, vitiligo ve çölyak hastalığı yer alıyor. Ayrıca otoimmünitenin en azından bazı tip 1 diyabet, Addison hastalığı, endometriyoz, Crohn hastalığı, sarkoidoz vakaları ve diğer pek çok hastalığa zemin hazırladığından şüphe ediliyor. Bağışıklık sistemimizin hata yapıp bizi çok ama çok hasta etmesinin yüzlerce yolu var.

Dürüst olmak gerekirse, bu otoimmün hastalıkların birkaçı hayvanlarda da görülür. Örneğin köpeklerde Addison hastalığı ve myastenia gravis gelişebildiğini biliyoruz. Hem köpekler hem de kediler diyabete de yakalanabilir. İlginçtir ki bu hastalıklar yaban

hayvanlarına kıyasla evcil hayvanlarda çok daha sık görülür. Evcilleştirilmiş türlerin yabani kuzenlerinin ve yakın akrabamız olan kuyruksuz maymunların, otoimmün hastalıklar belasından neden bizim kadar nasibini almadığı konusunda hiçbir fikrimiz yok.

Bugüne kadar insan dışında hiçbir türde, hatta evcil hayvanlarda bile lupus benzeri bir sendrom tarif edilmedi. Aynı durum Crohn hastalığı ve diğer pek çok hastalık için de geçerli. Biyomedikal araştırmalarda bazı otoimmün hastalıklara yönelik hayvan modelleri oluşturulabildiyse de bu hastalıklar görünüşe göre diğer hayvanlarda yaygın değil. Öyle görünüyor ki otoimmün hastalıklar söz konusu olduğunda, hem biz hem de evcil dostlarımız, yaban hayvanlarına göre daha fazla hasta oluyoruz ve sebebini bilmiyoruz.

Beni yanlış anlamayın: İnsanın bağışıklık sistemi bir doğa harikasıdır. Birbiriyle örtüşen çeşitli savunma hücreleri, molekülleri ve stratejileri günden güne çoğumuzun sağlığını korur. Bağışıklık sistemi olmasaydı istilacı bakteri ve virüslere ânında yenik düşerdik. Bağışıklık sisteminin kötü tasarlanmış olduğunu söylemek, hayatımızın her günü bizim için kazanılan milyonlarca, hatta *milyarlarca* mücadeleye hakaret etmek olur.

Ne var ki bağışıklık sistemimizin *mükemmel* tasarlanmış olduğunu söylemek de aynı ölçüde yanlış olur. Bu gezegende mutlu mesut yaşarken, sırf bedeni kendi kendini sabote ettiği için ölüp giden milyonlarca insan var. Beden kendine karşı savaş açtığında kazanan taraf yoktur.

Aşırı Tepki mi?

Görünen o ki bugünlerde hemen herkesin bir şeylere alerjisi var. Yerfıstığına karşı aşırı duyarlılığı olan herhangi birinin söyleyebileceği üzere, bu alerjilerin hepsi eşit değil. Grip benzeri belirtilere ya da bazı gıda alerjilerinde olduğu gibi dilde kaşıntıya yol açan daha masum alerjiler de var, ölümcül olabilenler de. 2015'te ABD'de en az iki yüz kişi gıda alerjisi nedeniyle öldü; bu ölüm-

lerin yarısından fazlasında sebep yerfıstığıydı. On binlerce kişiyse aynı sebeple hastaneye kaldırıldı.

Alerjiler otoimmün hastalıklar kadar kafa karıştırıcı olmasa da bu iki hastalık grubunun ortak bir noktası vardır: Her ikisinde de bağışıklık sistemi durumu yanlış anlar. Fakat vücudun kendine karşı aşırı tepki verdiği otoimmün hastalıktan farklı olarak alerjide, bağışıklık sistemi tamamen zararsız olduğu halde yabancı bir maddeye karşı aşırı tepki verir.

Bağışıklık yanıtı oluşturan herhangi bir moleküle *antijen* denir. Antijenler genellikle protein yapısındadır ve her yerde bulunabilirler. Yediğimiz, dokunduğumuz ve soluduğumuz her şey potansiyel antijenler içerir ama karşılaştığımız yabancı maddelerin neredeyse hepsi tamamen zararsızdır.

Masum proteinleri tehlikeli olanlardan ayırt edemeseydik her şeye karşı alerjimiz olurdu. Neyse ki vücut genellikle zararlı molekülleri zararlı olmayanlardan ayırabilir. Yabancı bir protein zararsızsa bağışıklık sistemi genellikle onu görmezden gelir. Fakat zararlı bir bakteri ya da virüs söz konusuysa, bağışıklık sistemi saldırıya geçerek istilacıları etkisiz hale getirir.[2] Bu saldırıya *bağışıklık sistemi yanıtı* denir ki bu masum ifade aslında yanıltıcıdır.

Bağışıklık yanıtının başlıca öğelerinden ve alerjilerin temel mekanizmalarından biri yangıdır (enflamasyon, iltihap). İki çeşit yangı olabilir: sistemik (bütün vücudu ilgilendiren) ve sınırlı (yerel). Bunlar ortak özellikler gösterir. Yangının klasik çağlardan beri bilinen ayırt edici dört temel özelliği hâlâ Latince adlarıyla öğretilir: *rubor* (kızarıklık), *calor* (sıcaklık), *tumor* (şişlik ya da ödem) ve *dolor* (ağrı). Bu dört özelliği enfekte bir kesikte kolayca görürsünüz ama aslında grip olduğunuz zaman gelişen sistemik bağışıklık yanıtında da hepsi ortaya çıkar. Yüzünüz kızarır (*rubor*) ve ateşiniz çıkar (*calor*); akciğerlerinizde sıvı birikebilir (*tumor*) ve her yeriniz ağrır (*dolor*).

Bu belirtilerin birçoğu alerjik yanıt sırasında da ortaya çıkar, yani belirtiler sadece enfeksiyona yol açan istilacıdan kaynaklanmaz. Bunlar daha çok istilacıyla savaşan bağışıklık sisteminin işi-

dir. Kızarıklık ve şişme kan damarlarının genişlemesi ve geçirgenliğinin artması sonucu gelişir; bu değişiklikler bağışıklık hücreleriyle antikorların enfeksiyon bölgesine ulaşmasını hızlandırır. Bakteri çoğalmasını engellemek için ateş yükselir. Ağrı, enfekte olmuş bir yarayı koruma altına almanız ya da sistemik bir enfeksiyon söz konusuysa yatıp istirahat etmeniz için vücudunuzun sizi uyarma yöntemidir. İltihabın bütün belirtileri, vücudunuzun, sizi hasta eden şeyle verdiği mücadelenin sonucudur.

İltihap, enfeksiyonla mücadele sırasında kesinlikle faydalıdır ama alerjilerde bize zerre kadar faydası olmaz. Zehirli sarmaşığın yağı gibi bir alerjik antijen aslında vücut için bir tehdit oluşturmaz. Zehirli sarmaşık yağına karşı bağışıklık yanıtı vermek düpedüz saçma olduğu halde, çoğumuz bu bitkiyle temas ettiğinde olan tam da budur.

Bir an durup düşünürseniz alerjilerin ne kadar gülünç olduğunu anlarsınız. Bazı insanların vücudu arı sokmasına ölümle sonuçlanan şiddetli bir tepki verir. Arı sokması gerçekten tehlikeli olsaydı bile –ki aslında değildir– intihar aşırı bir tepki gibi görünüyor. Aşırı duyarlılığa bağlı alerjiler yüzünden kimilerinin bağışıklık sistemi saatli bomba gibidir. Bu insanlar hayat boyu karşılaşabilecekleri en büyük tehdidi içlerinde taşırlar.

Alerjik yanıtların başlıca zanlılarından biri, normalde sadece parazitlerle mücadelede rol oynayan, o nedenle de gelişmiş ülkelerde yaşayan insanların vücudunda en az kullanılan antikor tipidir. Parazitlerle mücadele eden bu antikor her nedense alerjik yanıt sırasında da açığa çıkar ve bu nedenle alerjik yanıt sırasında gelişen yangı standart bir iltihabi yanıttan çok daha kötüdür. Bu antikorun işi gücü yangıyı körüklemektir. Elinizde çekiç varsa her şey gözünüze çivi gibi görünür.

Alerjiler bir muammadır çünkü hepimiz yabancı maddelerin sürekli bombardımanı altındayız. Çeşitli bitki ve hayvan türlerini besin olarak yeriz. Nefes alırken polen, mikroplar ve çeşitli parçacıklar soluruz. Derimiz giysiler, toprak, bakteri ve virüsler, başka insanların vücudu dahil her türlü maddeyle temas eder. Yaban-

cı maddelerin bu acımasız saldırısına başarıyla karşı koyarız ama yerfıstığı alerjisi olan biri fıstık ezmesinin tadına bakacak olsa kendini bir anda yaşam mücadelesi verirken bulabilir.

Peki nasıl olur da vücut aradaki farkı bazen anlar, bazen anlamaz? Yanıtı hâlâ bilmiyoruz. Ama bildiğimiz bir şey var, o da vücudun bunu doğru biçimde yapabilmek için pratiğe ihtiyaç duyduğu ve bu pratiği hangi ortamda yaptığının önemli olduğu. Bağışıklık sisteminin eğitimi iki aşamada gerçekleşir: ilki ana karnında, ikincisiyse bebeklik çağında.

Bağışıklık hücreleri embriyo ana rahmindeyken oluşur. Bu hücrelerin ilk yapması gereken şeylerden biri *klonal silinme (delesyon)* adı verilen sürece katılmaktır. Klonal silinme işlemiyle, fetüste gelişen bağışıklık hücreleri fetüsün kendi vücudunu oluşturan proteinlerin işlenmiş parçalarıyla tanışır. Organizmanın kendisine ait bu protein parçalarına tepki veren bağışıklık hücreleri ortadan kaldırılır, yani bağışıklık sisteminden silinir. Haftalarca devam eden bu süreçte amaç, bağışıklık sisteminde kendi vücuduna tepki verme potansiyeli taşıyan her hücrenin elenmesidir. Ancak ondan sonra bağışıklık sistemi harekete geçmeye hazır olur.

Doğumdan önce bağışıklık sisteminin işlevsel olmaması sorun yaratmaz çünkü rahim içi ortam tamamen değilse de sterile yakındır. Fetüs bu güvenli ortamda kendi bağışıklık sistemini tuzağa düşürmeye çalışır: Yem olarak kendine ait antijenlerden küçük parçalar gösterir ve bunların üzerine atlayan bağışıklık sistemi hücrelerini öldürür. Sonuçta geriye sadece yabancı hücrelere saldıran bir bağışıklık sistemi kalır. Doğumdan önce bu hücrelerin aktifleşmesiyle fetüs mikroskobik tehlikelerle dolu pis bir dünyayla yüzleşmeye hazır hale gelir.

Bebek doğduğunda işler daha da zorlaşır. Bebek mikroplu dünyaya adım atar atmaz bağışıklık sistemi daha önce hiç görmediği antijenlerin bombardımanına uğrar ve dostla düşmanı ayırt etmeyi hızla öğrenmesi gerekir. Yenidoğanın bağışıklık sistemi yaşamının ilk gününden itibaren, nasıl başa çıkacağını henüz bilmediği kimi hafif kimi ciddi çeşitli enfeksiyon etkenleriyle karşılaşır. Vücut bir

Staphylococcus aureus suşuna karşı var gücüyle savaşacağını, buna karşılık bir başka suşu görmezden geleceğini nasıl bilir? Bu sorunun yanıtını kimse bilmiyor. Ama görünüşe göre şunu kesin olarak söylemek mümkün: Bağışıklık sistemi başlangıçta yavaş tepki verir ve "bekle gör" yaklaşımını benimser.

Birçok biliminsanına göre bu, bağışıklık sistemi eğitiminin ikinci aşamasında çok önemlidir. Vücut başlangıçta bağışıklık tepkisini yavaştan alır ve enfeksiyonun etkisini gösterip göstermediğine bakarak yabancı proteinlerden hangilerinin tehlikeli, hangilerinin zararsız olduğuna karar verir. Enfeksiyon etkisini gösterirse süreci hızlandırır, göstermezse yabancı protein pek önemsenmez. Bağışıklık sisteminin inanılmaz bir belleği vardır; artık son derece nadir görülen kimi enfeksiyonlara karşı bir zamanlar yapılmış olan aşıların onca yıl sonra hâlâ etkili olması da bunu kanıtlar. Fakat bağışıklık sistemi ilkin dostunu düşmanını tanımak zorundadır ve bunu öğrenmenin tek yolu doğrudan tecrübe etmektir.

Bağışıklık yanıtı yavaş geliştiğinden bebeklerde gerçekten tehlikeli enfeksiyonlar baş gösterir. Hangi ana babaya sorarsanız sorun size çocukların devamlı hasta olduğunu söyler. Bunun sebebi kısmen çocukların akciğer enfeksiyonları ve nezle gibi hastalıklara yol açan virüslere karşı bağışıklık kazanmaya devam ediyor, kısmen de bağışıklık sisteminin hangi mikroplarla nasıl savaşacağını öğreniyor olmasıdır. Bağışıklık sistemi harekete geçmeye karar verdiği zaman bunu genellikle öyle kuvvetle yapar ki gecikmeden kaynaklanan açığı kapatır. Bu yüzden çocukların ateşi, yetişkinlerdekine göre çok daha fazla yükselme eğilimi gösterir. Bir keresinde alt tarafı bir streptokoksik boğaz enfeksiyonu yüzünden oğlumun ateşi 41 dereceye yükselmişti (gerçi o zaman ilk kez baba olmanın getirdiği tecrübesizlikle vebaya yakalandığını sanmıştım). Halbuki benim ateşim 38,5 dereceye çıksa ölüyormuşum gibi hissederim.

Önemli olan, bağışıklık sistemimizin yaşamın günlük gailesine tahammül etmeyi öğreniyor olmasıdır. Havadaki, yiyeceklerimizdeki ve cildimizdeki yabancı moleküllerin çoğu zararsızdır.

Bakteri ve virüslerin de çoğu zararsızdır. Bağışıklık sistemimiz, yabancı maddelerin sonu gelmeyen yaylım ateşine alışır ve onunla savaşmamayı öğrenir. Bebek birkaç aylıkken gelişmeye başlayan bağışıklık sistemi yaşamın ilk yılları boyunca gelişimini sürdürür ve bu zaman zarfında zararsız maddelerin çoğuyla karşılaştığı varsayılarak sonunda olgunluk evresine girer.

Ne var ki bağışıklık sistemi bebeklik çağındaki öğrenme sürecinden çıkarken değişmeye başlar. Temas ettiği yeni yabancı maddelere karşı daha duyarlı hale gelir. İşte o zaman alerjiler baş gösterir. Bağışıklık sistemi, yerfıstığı yağı gibi zararsız bir maddenin sağlık açısından tehdit oluşturmadığını öğreneceği yerde onunla mücadeleye girişir ve o maddeye maruz kaldıkça verdiği tepki de güçlenir. Başka bir deyişle, bağışıklık sistemi öğrenmesi gereken şeyin tam tersini öğrenir.

Alerjiye yakalanmamızın evrimsel bir açıklaması yoktur; bütün hayvanlarda alerji görülebilir. Ne var ki tıpkı otoimmün hastalıklarda olduğu gibi, hiçbir tür, alerjilerden insanların çektiği kadar çekmez. Gerek gıda kaynaklı gerekse solunum yollarıyla ilgili alerjiler son yirmi yıldır tırmanışa geçti ve günümüzde ABD'de çocukların yüzde 10'undan fazlasında en az bir gıda alerjisi var.[3] 1980'lerin başında ilkokula giderken, benden on bir sınıf büyük olan ablam dışında yerfıstığı alerjisi olan tek bir çocuk bile tanımıyordum. Oysa şimdi her iki çocuğumun da sınıfında fındık fıstığa karşı ölümcül alerjisi olan genellikle birden fazla çocuk oluyor. Pek çok okul ve kreş, alerjik çocukları anafilaksiye yol açabilecek yemişlerden sürekli koruma kaygısı taşımaktansa, çocuklara bu gıdaları hiç sunmamayı tercih ediyor. Bağışıklık sisteminin nasıl bir eğitimden geçtiğini ve alerji gelişirken neyin ters gittiğini bildiğimize göre, son 20-30 yıl içinde ne değişti de alerji oranları böylesine tavan yaptı?

Bu sorunun yanıtı muhtemelen hijyen hipotezi dediğimiz şeyle ilgili. 1970'ler ve 80'lerden itibaren çocukların, özellikle de bebeklerin mikroplarla temasını en aza indirmek için elimizden geleni yaptık. Günümüzde ana babalar, bebeklerinin biberonlarını

sterilize ediyor, bebeği tutmadan ya da ona dokunmadan önce ziyaretçilerden ellerini yıkamalarını istiyorlar. Bebekleri çoğunlukla içeride tutuyor, çıplak zeminle temasını engelliyorlar. Bebeklere yiyecek içeceğin en temizi veriliyor, üst baş sürekli değiştiriliyor. Emzik yere mi düştü? *Durun! Derhal sterilize etmemiz lazım!*

Gündelik hayata dair bu iyi niyetli çabalara karşı çıkmak zor. Ben de çocuklarıma yere düşen bir şeyi yememelerini, umumi tuvaletleri kullanmamalarını, metroda hiçbir yere dokunmamalarını sıkı sıkı tembihledim. Bu önlemler konusunda ısrarcıyım çünkü hastalanmalarını istemiyorum.

Ayrıca soğuk algınlığı geçiriyorsanız sağduyulu davranıp iki haftalık bir bebeği kucağınıza almazsınız. Hatta bazı çevrelerde, küçük çocuklarınız varsa, yeni doğum yapmış birini ziyaret etmeniz hoş karşılanmaz. Çocuklarınızın sizinle gelmemesi önemli değil; giysilerinizde ve vücudunuzda bebeği hasta edebilecek mikroplar taşıyor olabilirsiniz. Sonuçta bu da iyi niyetli, koruyucu bir ebeveyn tepkisi.

İyi niyeti bir kenara bırakacak olursak, bu tür önlemler aşırıya kaçtığında, evrimin şekillendirdiği bağışıklık geliştirme sürecimizi istemeden de olsa mahveder.

Bebeğin hayatının sterilize edilmesi, alerjilerdeki artışın altında yatan sebep olabilir gibi görünüyor. Çalışmalar, bebeklik çağında aşırı temiz ortamda yaşamanın sonraki yıllarda gıda alerjilerinin gelişmesinde rol oynadığını düşündürüyor. Buna hijyen hipotezi diyoruz. Bağışıklık sisteminin iyi çalışabilmesi için çokça pratik yapması gerektiğini bildiğimizden, hipotez akla yakın görünüyor. Aşıların çoğu bu yüzden bebek doğar doğmaz yapılmaz. Zira o sırada bebeğin bağışıklık sistemi buna hazır değildir. Yani sebep aşıların bebeğe zarar vermesi değil, işe yaramamasıdır. Aynı ilke ters yönde de geçerlidir: Antijenlere asgari düzeyde maruz kalmak çocuğun bağışıklık sisteminin onlara alışmasını engeller. Bağışıklık sistemimiz ancak bol miktarda zararlı ve zararsız yabancı maddeyle tanışarak aradaki farkı öğrenebilir.

Bu hipotez doğruysa, görece önemsiz bir tasarım kusuru olan

alerjileri elbirliğiyle gittikçe büyük bir sorun haline getiriyoruz demektir. Bunun için doğayı suçlayamayız. Bu noktada hata bizim.

Kırık Kalpler

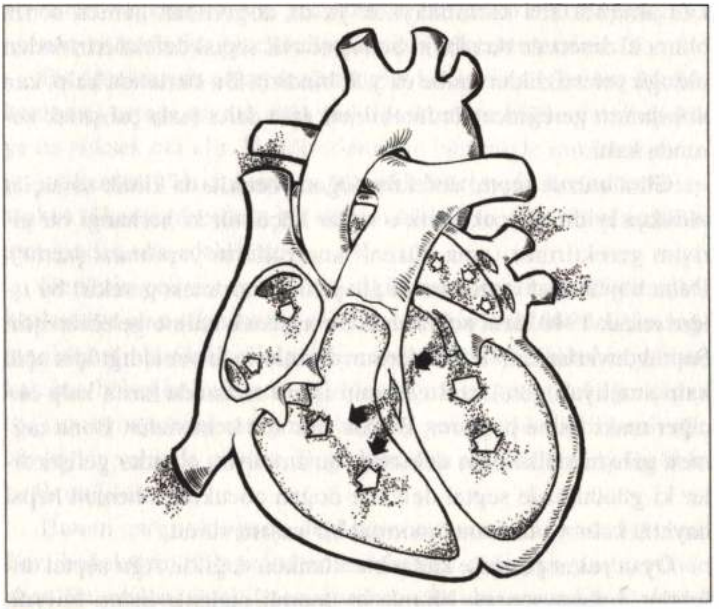
ABD ve Avrupa'da bir numaralı ölüm nedeni kalp-damar hastalıklarıdır. Gelişmiş Batı ülkelerinde bütün ölümlerin yüzde 30'unun sebebi koroner arter hastalığı, inme ve hipertansiyondur. Bu ölümcül hastalıkların çoğu kalbin kendisinden kaynaklanan sorunlara bağlı olsa da, sık rastlanan bir diğer sebep kan damarlarının işlev bozukluğudur. (Sözgelimi çoğu böbrek hastalığında asıl sorun dolaşımla ilgilidir, zira böbrekler kan damarları yönünden çok zengindir.)

Bazı kalp hastalıkları yaşa ya da kötü yaşam tarzı seçimlerine bağlı olarak ortaya çıkar. Yeterince uzun süre ya da sağlıksız koşullarda yaşarsanız, bu hastalıklara büyük olasılıkla yakalanırsınız. Bu tam anlamıyla bir tasarım kusuru sayılmaz. Zira ortada kendimizden başka suçlayabileceğimiz kimse yoktur. Bu konuda epeyce nasihat işittiğiniz için daha fazlasına ihtiyacınız yoktur herhalde. (Sürpriz: Sağlıklı beslenmeli, bol bol egzersiz yapmalısınız!)

Ama insan kalbinde sıradışı birtakım tasarım kusurları da görülür. Örneğin sadece ABD'de her yıl yaklaşık yirmi beş bin bebek kalbi *delik* doğuyor.

Kalpteki delik için kullanılan tıbbi terim "septal defekt"tir. Delik, kalbin üstteki iki odacığı ya da alttaki iki odacığı arasında olabilir. Delik varsa kan, normalde kan akımı sırasında bağlantılı olmayan iki odacık arasında dolaşır. Delik, kalp kasılması sırasında kanın kalbin sol tarafından sağ tarafına geçmesine izin verir. Gevşeme sırasındaysa kan istemeden sağdan sola akar. Delik, toplardamar sistemindeki kirli kan ile atardamar sistemindeki temiz kanın karışmasına neden olur.

Normalde taşıdığı oksijeni vücuttaki dokulara bırakan kan kalbin sağ tarafına döner. Buradan akciğerlere gönderilir ve taşı-



Septal defekti olan bir insan kalbi: Odalar arası bölmedeki (septum) delik, kanın kalbin solundan sağına akmasına neden olur. Sık rastlanan ve hayatı tehdit eden bu doğumsal kusur, insan kalbinin gelişimini denetleyen genlerin ince ayarında sorun olduğunu düşündürür.

dığı karbondioksiti bırakıp oksijenlenir. Ardından kan, bu kez kalbin sol tarafına döner ve buradan yüksek basınçla vücuda pompalanır. Bu iki aşamalı süreç önemlidir çünkü kanın bütün vücuda ulaşması için yüksek basınç altında pompalanması ama dokularda, kan dolaşımının amacı olan gaz alışverişine yeterli zamanı tanımak için düşük basınç altında dolaşması gerekir. Örüntü pompalanma, gaz alışverişi (akciğerlerde), pompalanma, gaz alışverişi (vücutta) şeklinde sürer gider.

Fakat bir septal defekt olduğunda bu iki aşama arasında kan karışır ve normal kan akımında bir tür kısa devre oluşur. Minik bir delik başlangıçta fark yaratmaz ama zamanla içinden geçen kanın sürtünmesine bağlı olarak genişleyebilir. Büyük bir delik, bebeğin

kan akımını ana karnındayken ya da doğumdan hemen sonra ölümcül derecede bozabilir. Sonuç olarak septal defektlerin neden olduğu yetersizlikler kalbe ek yük bindirir. Bu durumda kalp, kan dolaşımını gereğince sürdürebilmek için daha fazla çalışmak zorunda kalır.

Günümüzde septal defektle doğan çocuklarda klinik sonuçlar oldukça iyidir. Birçok delik o kadar küçüktür ki herhangi bir girişim gerektirmez (ama düzenli kontrollerin yapılması şarttır). Daha büyük olanların cerrahi girişimle onarılması gerekir; bu işlem ancak 1940'ların sonlarında bir seçenek haline gelebilmiştir. Septal duvarlar kalp odacıklarının derinlerinde yer aldığı için açık kalp ameliyatı gerekir. Bu cerrahi işlem sırasında hasta kalp-akciğer makinesine bağlanır. Birçok risk söz konusudur. Buna rağmen gelişmiş ülkelerde doktorlar bu ameliyatı o kadar geliştirdiler ki günümüzde septal defektle doğan çocukların hemen hepsi hayatta kalır ve tamamen normal bir yaşam sürer.

Oysa yakın geçmişe kadar bu mümkün değildi. Ağır septal defektler doğum sonrası ölümlerin önemli nedenlerinden biriydi. Kalbinde büyücek bir delikle dünyaya gelen bir bebek genellikle, dokularına yeterli oksijen ulaşmadığı için yavaş yavaş boğulmadan önce nefes almaya çabalayarak ancak birkaç saat yaşayabilirdi.

Elbette çoğumuz kalbimiz delik doğmayız; bu gelişimsel hatanın görülme sıklığı, kalbin gelişiminde rol oynayan genlerin birazcık paslanmış olduğunu gösterir. Septal gelişim kusurları tek tük görülür, yani sporadiktir; ama sporadik *mutasyonlardan* ziyade kalbin embriyonik gelişimindeki sporadik arızalardan kaynaklanırlar. Bir nevi talihsizlik sonucu gelişirler ama anlaşılan bu talihsizliğe bir yatkınlık söz konusudur.

Kişinin belli bir soruna nasıl yatkın olabileceğini anlamak için ayakkabı bağcıklarınızı düşünün. Bağcıklarınızı doğru dürüst bağlarsanız yüz adımda tökezleme ihtimaliniz sıfır olmasa bile bir hayli düşüktür. Bağcıklarınız kısaysa, onları bağlamadığınız takdirde yine tökezlemeden yüz adım atabilirsiniz ya da en kötü ihtimalle birkaç kez tökezlersiniz. Ama bağcıklarınız çok uzunsa

ve onları bağlamazsanız, yüz adımda defalarca tökezleyeceğiniz neredeyse kesindir, yine de her adımda tökezlemezsiniz.

Bu örnekten de anlayacağınız gibi bir sorunun (bu örnekte tökezleme) ortaya çıkma riski çeşitli etkenlere bağlı olarak düşük ya da yüksek olabilir. Ne tökezlemenin bütünüyle imkânsız olduğu mükemmel bir durumdan söz edilebilir ne de her adımda kesinkes tökezleyeceğiniz bir durumdan. Olsa olsa bir olasılıklar aralığından söz edebiliriz.

Genlerin gelişim üzerindeki etkisi, ayakkabı bağcıklarının tökezlemeye olan etkisine benzer. Bir bebeğin kalbinde delikle doğma ihtimali düşüktür. Gelgelelim sadece ABD'de bile her yıl birkaç bin bebeğin kalbinde delikle doğması, genetik bağcıkların bağlanmamış olduğunu gösterir. Kalp gelişimiyle ilgili genlerde, bir şeyler yolunda gitmez. Bağcıklar kısa olabilir ama besbelli ki bağlı değildir.

Bunun garip olduğunu düşünüyorsanız, bir de şuna bakalım: Bazı bebeklerin dolaşım sitemindeki kan doğuştan yanlış yönde akar. Bu, acilen düzeltilmesi gereken ciddi bir sorundur. Dolaşım kapalı bir sistem olduğu için devrenin unsurlarını tersyüz ederek kanın doğru yerlere akmasını sağlamak prensipte mümkündür. Böylece kan akciğerlerde oksijenlenir, dokulara gönderilir, tekrar oksijen almak için akciğerlere döner vs. Fakat dolaşım tam tersi yönde etkin biçimde çalışamaz çünkü damarlar ve kalp kası farklı sistemlerin gereksinimlerini ve basınçlarını karşılayabilecek şekilde yapılandırılmıştır. Kalbin sağ tarafı sadece akciğerlere kan pompalayacak ve oradan geri gelen kanı kabul edecek yapıya sahip olduğundan kanı bütün vücuda itecek kadar güçlü değildir. Ayrıca normalde akciğerlere kan taşıyan akciğer atardamarları, kanı normalde bütün vücuda taşıyan aorttan çok farklı yapıdadır. Bu damarlar birbirinin rolünü üstlendiğinde, ikisi de işini hakkıyla yapamaz.

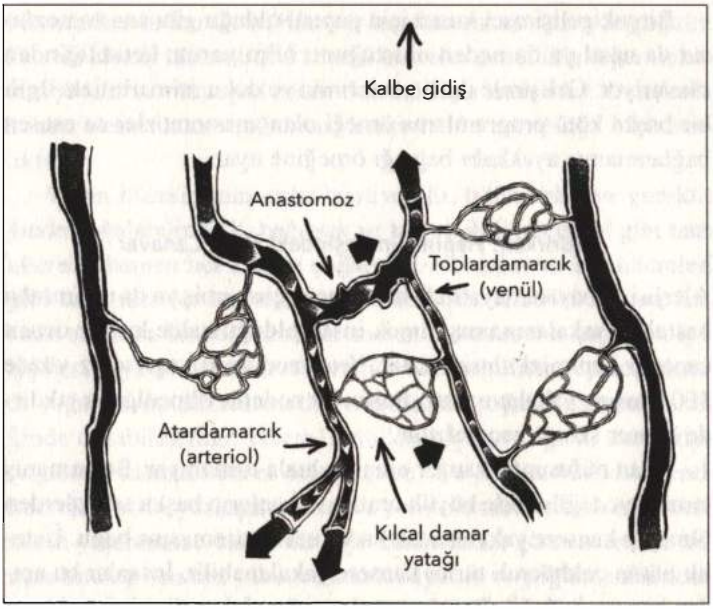
Tıp biliminin elde ettiği çarpıcı zafer sayesinde, büyük damarların transpozisyonu olarak adlandırılan bu sorundan mustarip olan çocuklar artık kurtarılabiliyor. Cerrahlar bu damarların bir-

kaçını kesip yerlerini değiştirirler ki, kan doğru yönde akarken bu damarların kaldıracağı yük, damarın kuvvetine, kalınlığına ve esnekliğine uygun olsun. Ameliyatta bebeğin kalp-akciğer makinesine bağlanması gerektiğinden işlem birkaç saat ya da birkaç gün önce doğmuş bir bebek için son derece riskli olmasına rağmen günümüzde çocukların çoğu bu ameliyatı atlatıp görece normal bir yaşam sürebiliyor. Doğanın yüzüne gözüne bulaştırdığı şeyi günümüzde bilim düzeltebiliyor.

Kalpteki delikler ve yer değiştirmiş damarlar, kalp-damar sisteminin gelişimi sırasında nadir görülen ama hayatı tehdit eden kusurlardır. Buna karşılık hemen göze çarpmayan ama diğerleri kadar tehlikeli olabilen bazı gelişim bozukluklarıyla çok daha sık karşılaşırız. Bunlardan biri, büyücek atardamarların toplardamarlarla kısa devre oluşturduğu ve kanın boş yere dönüp durduğu garip yapılar olan anastomozlardır. Kan dolaşımı açısından bir kıymeti olmayan bu damarlar yeterince büyürse ölümcül bir tehdit oluşturabilir. Kan akımının önemli bir bölümü boşu boşuna buradan geçtiği için, genişlemiş damarsal yapıda meydana gelen en ufak bir hasar hızla çok miktarda kan kaybına yol açabilir.

Çoğunlukla zararsız olsalar da anastomozlar kendiliğinden kaybolmaz. Aktif olarak büyüyen bir anastomoz sağlığı ciddi biçimde tehdit etmeye başlamadan önce çıkarılmalıdır. En tehlikeli anastomozlardan bazıları dallana dallana sonunda iç içe geçmiş damarlardan oluşan birbirine dolanmış ağlar meydana getirir. Eskiden bu yapılar kişiyi güçsüz düşürür, hatta zaman zaman ölüme yol açardı. Anastomozlar kendi haline bırakıldığında büyüme eğilimi gösterir, gitgide şişen içi durgun kanla dolu bir kütleye dönüşür. O nedenle genellikle çok küçükken ameliyatla çıkarılır ya da radyasyon ile tahrip edilir. Ne var ki kütle büyüdükçe bu düzeltici girişimin tehlikesi artar çünkü pıhtılaşmayla kanama duruncaya kadar, kesilen damarlardan çok fazla kan kaybedilir.

Bu sinsi yapılar bir kez oluştuktan sonra genellikle kısırdöngüye girerek büyümeye devam eder çünkü paradoksal bir şekilde, anastomozu oluşturan işe yaramaz damarların etrafındaki dokula-



Kanın kılcal damar yatağına uğramadan atardamardan doğrudan toplardamara geçmesini sağlayan bir anastomoz. Çevre dokunun anastomoz yüzünden oksijensiz kalması kısırdöngüye yol açarak anastomozun daha da büyümesine sebep olur.

ra oksijence zengin kan ulaşmaz. Kanı kalpten dokulara ileten normal atardamarlar, değerli oksijeni vücuttaki çeşitli doku ve organlara taşıyarak gaz alışverişinin yapılmasını sağlayan kılcal damarlara dallanırken, anastomozdaki atardamarlar doğrudan başka bir damar tipine, kanı kalbe geri götüren toplardamarlara dallanır. Anastomozlarda kılcal damar aşaması atlandığından, çevredeki dokulardan her saniye inanılmaz miktarda kan geçtiği halde bu dokular yeterli oksijen alamaz; bu duruma hipoksi denir. Hipoksik hücreler yanıt olarak, anastomozdaki damarların daha da gelişmesini uyaran bir hormon salgılar. Damar daha da büyür, hatta dallanabilir; daha fazla doku hipoksik hale gelir ve döngü böyle devam eder.

Birçok gelişimsel kusur için geçerli olduğu gibi anastomozların da nasıl ya da neden oluştuğunu bilmiyoruz; kendiliğinden oluveriyor. Gelişimle ilgili genlerimiz ve doku mimarimizle ilgili bir başka kötü programlama örneği olan anastomozlar da esasen bağlanmamış ayakkabı bağcığı örneğine uyar.

Bitirirken: Hepimizin Peşindeki Sinsi Canavar

Alerjisi olmayan, hayatında hiç inme geçirmemiş ya da otoimmün hastalığa yakalanmamış birçok insan olduğu halde kanser denen canavar hepimizi sinsice izler. Yeterince uzun yaşarsanız yüzde 100 kansere yakalanırsınız. Başka bir nedenle ölmediğiniz takdirde kanser sizi er geç *yakalar*.

İnsan nüfusunda kanser oranları hızla tırmanıyor. Bu tırmanış tamamen değilse bile büyük oranda, insanların başka sebeplerden ölmeyip kansere yakalanacak kadar uzun yaşamasına bağlı. Üstelik bütün çokhücreli türler kansere yakalanabilir. İnsanlar bu açıdan benzersiz değil. Bazı hayvanlara göre daha yüksek, bazılarına göreyse daha düşük oranlarda kansere yakalanırız.

Yani eskisine göre kansere daha fazla yakalanacak kadar uzun yaşamamız dışında insanları bu hastalık açısından özel kılan bir durum yok. O halde neden ondan bahsediyoruz? Neden ateroskleroza atladığımız gibi onu da atlamıyoruz?

Çünkü kanser doğanın hem temel özelliği hem de arızasıdır. Eşeyli üreme, DNA ve hücresel yaşam varsa kanser de olmak zorundadır. Her yerde hazır ve nazır olması kanserin aslında doğanın uç noktada bir kusuru olduğuna işaret eder; kanser sadece insanları değil diğer pek çok canlıyı da etkileyen bir tasarım kusurudur.

Otoimmün hastalık gibi kanser de hücrelerimizin bir ürünüdür. Kafası karışan hücreler kendi davranış ilkelerini çiğneyerek kontrolsüzce büyüyüp çoğalmaya başladıklarında kanser gelişir. Solid (katı) tümörlerde, programlanması bozulmuş hücre kümesi normal işlevini kaybeder ve bulunduğu organı boğar. Kan kökenli kanserlerde (lösemiler ve lenfomalar) ise kanser hücreleri, kan

hücrelerine ve kemik iliğine yer bırakmayacak düzeyde çoğalır. Her iki kanser türünde de kanserli hücreler genellikle diğer dokulara yayılır ve vücut pes edene dek dokuları istila eder. O nedenle kanser esasen hücre çoğalması kontrolünün bozulduğu bir hastalıktır.

Vücut hücrelerinin çoğu büyüyebilir, bölünebilir ve gerektiğinde çoğalabilir. Cilt, bağırsak ve kemik iliği hücreleri gibi bazı hücreler hemen her zaman çoğalırlar. Nöronlar ve kas hücreleri gibi bazı hücreler ise hemen hiç bölünmez. Kimi hücrelerse ikisinin arasında bir yerdedir; her zaman bölünmezler ama yara iyileşmesi veya doku onarımı sırasında bölünebilirler. Hücreler kendi çoğalmasını düzenlemeli, gerektiğinde çoğalıp zamanı geldiğinde durabilmelidir. Hücre, kuralları hiçe saydığı ve durmadan çoğaldığı zaman kanser ortaya çıkar. Bu açıdan hastalık kendi hücrelerimizin yozlaşması olarak yorumlanabilir; kanserli hücre kendi yaşamından başka bir şeyi umursamaz, görevlerini bir kenara bırakıp kendini yalnızca kendi büyüme ve çoğalmasına adar.

Bir keresinde, bir uçak yolculuğunda Peder Gregory Mohrman adlı bir Benedikt papazının yanında oturmuştum. Sohbet ederken kanser araştırmalarıyla ilgili bir konferanstan döndüğümü söyledim. Çok kültürlü bir adam olan Peder Mohrman bundan çok etkilenmişti, araştırmalarım ve kanserin tabiatı üzerine bir yığın soru sordu. Ardından kanserle ilgili kendi düşüncelerini içeren belagatli bir konuşma yaptı:

Bana öyle geliyor ki kanser şeytanın nihai biyolojik tezahürü. Kanser bakteriyel ve viral bir saldırının sonucu olmadığı gibi harici bir kuvvetin vücudumuza zarar vermesinden de kaynaklanmıyor. Adeta şeytani bir kuvvetin baştan çıkardığı kendi hücrelerimiz vücudumuzdaki yerini unutup sırf kendileri için yaşamaya başlıyorlar. Her şeyi kendine yontan, başkasına hiçbir şey bırakmayan bencilliğin cisimleşmiş haline dönüşüyorlar. Doymak bilmeyen bu hücreler çoğaldıkça çoğalıyor, başka yerlere yayılıyor ve gittikleri yerlerde de çoğalmaya, almaya, öldürmeye devam ediyorlar. Bu yozlaşmış hücrelerle mücadele etmek için bildiğimiz tek yol bizi hasta ediyor çünkü kansere saldırırken ken-

dimize saldırıyoruz. Bedenimizi ele geçiren iblisle savaşmanın başka yolu yok. İşte bu yüzden onkologlara ve kanser araştırmacılarına her zaman büyük saygı duymuşumdur. Sizler kendinizi kötülükle savaşmaya adamışsınız.

Papazın konuşması karşısında nutkum tutulmuştu ve söylediklerini hiç unutmadım. İroniye bakın ki kanser üzerine yazılmış herhangi bir makale ya da yazının giriş paragrafı da daha klinik – ve daha kuru– bir dille yazılmış olsa da çoğu zaman papazın şiirsel ama son derece özlü tarifinin aynısını yapar. Gerçekten de kanser doğanın kötü tasarımının sonucudur; bir canlının kendi hücrelerinin işlevleri öylesine bozulur ki bütün organizmayı öldürecek noktaya varır. (Rahim ağzı kanserine yol açabilen insan papillomavirüs [HPV] dikkat çekici bir istisnadır. Kanser vakalarının sadece çok küçük bir oranı virüslerden kaynaklanır.)

Kanserin bu denli inatçı olmasının iki nedeni vardır. İlki, Peder Mohrman'ın da işaret ettiği gibi kanserin yabancı bir istilacı olmamasıdır. Kanser, yoldan çıkmış olsalar da kendi hücrelerimizden oluşur ve bu nedenle kanser hücreleriyle mücadele ederken normal hücrelere zarar vermeyen bir ilaç üretmek zordur. İkinci olarak, kanser ilerleyici ve genellikle de saldırgandır. Kanser hücreleri sürekli mutasyon geçirdikleri için zaman ilerledikçe kanser aynı kalmaz; büyür, değişir, istila eder ve sonunda bütün vücuda yayılır. Başlangıçta işe yarayan bir tedavi eninde sonunda başarısızlığa mahkûmdur. Diyelim ki bir tümörde on milyon hücre var; radyoterapi ve kemoterapiyle bunların yüzde 99,9'unu öldürseniz bile geriye tümörün tekrar büyümesine neden olabilecek kadar çok hücre kalır. Üstelik artık karşınızdaki daha saldırgan ve tümörü küçültmek için ilk kullandığınız tedaviye karşı dirençli bir kanserdir.

Vücuttaki hücreler neden kontrolsüz çoğalmaya başlar? Görünen o ki vücuttaki hemen her hücrenin DNA dizisinde zaman zaman rasgele değişiklikler olur, yani hücre mutasyona uğrar. Bunların bir kısmının sebebi, yaşadığımız ortamda sürekli maruz kaldığımız toksinler olsa da büyük çoğunluğu hücrelerin DNA'larını

kopyalarken yaptığı hatalardır. Vücudumuzda her gün milyarlarca hücre bölünmesi olduğuna göre hücrelerimiz her gün on binlerce hata yapar.

Kanserlerin çoğu böyle başlar. Her gün ortaya çıkan binlerce kalıcı mutasyondan biri bazen, hücrenin çoğalma kontrolünü bozup kanser benzeri bir duruma zemin hazırlayan bir gene rastlayıverir. Mutasyonlar rasgele ortaya çıkar. Kanser genleri mutasyona duyarlılık açısından çok özel değildir. Mutasyona uğramış genlerin çoğu, hücreyi kanser oluşumuna götürmez. Fakat bazıları götürür ve bu mutasyonlar gerçekleştiğinde hücre kontrolsüz çoğalmaya başlar.

Bunun ardından evrimin doğal seçilim ilkeleri devreye girer. Mutant bir hücre komşularına göre biraz daha hızlı çoğalırsa daha fazla yavru hücre üretir. Daha fazla DNA kopyalanmasına ve böylece başka hatalar yapılmasına zemin hazırlayan yüksek çoğalma hızı mutasyonları da hızlandırır. Yapılan hataların çoğunun etkisi olmaz ama arada sırada hücrenin çoğalma hızını daha da artıran rasgele bir mutasyon meydana gelir. Bu hücre daha da hızlı yavru hücre üretir ve oluşan yavru hücreler sayıca öncekileri de geçer. Kanser, birbirini takip eden mutasyon, rekabet ve doğal seçilim dalgalarının sonucunda ortaya çıkar ki bunlardan bazıları olup bittiğinde tümör daha fark edilecek boyutlara ulaşmamıştır bile.

Kanser hücre bölünmesinin hem özelliği hem arızası olduğu için bütün çokhücreli organizmaların yaşamının büyük ölçüde kaçınılmaz gerçeği olarak düşünülür. Canlılar tekhücreli yaşamı geride bırakır bırakmaz hücre çoğalmasını koordine etme sorunu başladı. Hücre bölünmesi ve ona eşlik eden DNA kopyalanması tehlikeli bir oyundur. Ne kadar çok oynarsanız eninde sonunda kaybetme ihtimaliniz o kadar artar. İnsan vücudu kendi DNA'sını hatasız kopyalama becerisini edinmediği takdirde –ki bu boş bir umuttan ibarettir– insanlar yeterince uzun yaşadıkları sürece, yaşamlarının bir noktasında kanser ölümcül darbeyi indirecektir.

Buradaki zalim ironi, kanserin bir bakıma yaşamın vazgeçilmez bir parçasının yan ürünü olması. Evrimin bahşettiği her muh-

teşem şey mutasyona bağlıdır. Rasgele kopyalama hataları beraberinde çeşitlilik ve yenilik getirir. Evrimsel bakış açısıyla mutasyonlar, bir canlı soyunun uzun vadede hayatta kalmasında olumlu rol oynayan genetik çeşitliliği sağlar. Dolayısıyla mutasyonların kendisi genel olarak sistemin hem özelliği hem de arızasıdır.

O nedenle evrimle kanser arasında hassas bir denge vardır. Mutasyonlar bireyleri öldüren kansere neden olur ama aynı zamanda topluluğun yararına olan çeşitlilik ve yenilikleri getirir. İnsanlar ve filler gibi bazı türler üreme çağına erişmeden önce yıllar süren bir olgunlaşma döneminden geçer. Bu yüzden kendilerini kansere karşı var güçleriyle korumaları gerekir, aksi takdirde daha yavrulayamadan ölüme yenik düşerler. Fare ve tavşan gibi daha kısa ömürlü türler daha yüksek mutasyon hızlarına ve kansere karşı daha güçsüz savunma mekanizmalarına tahammül edebilirler. Kanserin eninde sonunda hepimizi ele geçireceği doğru ama bu bir ödünleşmedir. Evrim kanserden ölecek bireyleri pek umursamaz. Mutasyonların getirdiği çeşitlilik için göze alınmaya değer bir fedakârlıktır bu.

Lewis Thomas'ın söylediği gibi: "Ufak tefek falsolar yapma kapasitesi DNA'nın gerçek mucizesidir. Bu özel nitelik olmasaydı, hiçbirimiz anaerob bakteri olmanın ötesine geçemezdik ve müzik de olmazdı."

6

Enayi Bir Tür

İnsan beyni neden sadece çok küçük sayıları anlayabilir? Neden optik yanılsamalara kolayca kanarız? Neden düşüncelerimiz, davranışlarımız ve anılarımızda bu denli sık yanılırız? Evrim neden aptalca şeyler yaptıkları için ergenleri, özellikle de erkek ergenleri ödüllendirir? Ve daha fazlası...

İNSANIN zayıflıklarını anlatan bir kitapta beyinle ilgili bir bölüm bulunması tuhaf gelebilir. Ne de olsa insan beyni gezegendeki açık ara en güçlü bilişsel makinedir. Kuşkusuz bilgisayarlar artık bizi satranç ve go oyunlarında yenebiliyor. Ama diğer pek çok açıdan makinelerden –hatta tek amacı düşünmek olanlardan– hâlâ üstünüz.

İnsan beyni son yedi milyon yıl içinde en yakın akrabalarımızın beyni karşısında gerçekten de katbekat hızlı bir ilerleme gösterdi. Beynimiz şempanzelerin beyninin üç katı büyüklüğünde ama aramızdaki asıl farkı yaratan bu değil, çünkü insan beynindeki büyümenin tamamı birkaç kilit bölgeyi ve bilhassa, ileri düzeyde muhakemenin gerçekleştiği neokorteksi kapsıyordu. Diğer türlerinkine kıyasla çok daha büyük olan ileri işlem merkezlerimizin ara bağlantıları da çok daha fazla. Modern süperbilgisayarlar bile insan beyninin hızlı ve çevik yetenekleriyle boy ölçüşemez.

Öte yandan beynin güzelliği sadece ham bilgi-işlemsel gücünden değil, aynı zamanda kendi kendini eğitme becerisinden gelir. Elbette ki gelişmiş ülkelerde yaşayanlarımız kapsamlı bir örgün eğitimden geçiyor ama en yoğun ve en etkileyici öğrenme, sınıf ortamının dışında gerçekleşir. İnsanların anadillerini öğrenmesi,

okulda öğrendiğimiz her şeyden çok daha derin ve incelikli bir beceri gerektirir, ama beynin enformasyon toplamasını, sentezlemesini ve bu enformasyonu kendi programlamasına katabilmesini sağlayan çarpıcı becerisi sayesinde doğal olarak ve neredeyse zahmetsizce gerçekleşir. Makinelerin öğrenme becerisinde kaydedilen ilerlemeler böylesi bir başarının yanından bile geçmez. Çiftdilli bir kişi, kamuya açık en gelişmiş çeviri programı olan Google Çeviri ile biraz meşgul olursa, insan beyninin bilgisayar beyninden çok daha akıllı olduğunu kolayca anlar. İnsan beyni birkaç aylık ders sonunda iki dil arasında en hızlı bilgisayarın yapabileceğinden daha iyi çeviri yapabilir.

Ama beyin mükemmel değildir. İnsan aklı kolayca karışır, beyin yanılır, dikkati dağılır. Oldukça düşük düzeyde bazı becerilerde ustalaşmak için debelenir durur. Etkileyici yetenekleri olmasına rağmen yüz kızartıcı gaflar yapar; karmaşık dünyayı anlamlandırmak için –kimi zaman boşuna– çabalarken tuhaf bilişsel yanılık ve önyargıların engeline takılır. Belli girdilere aşırı duyarlı, diğerlerine karşı kördür. Tek bir anekdot bir meseleye ilişkin bütün bakış açısını şekillendirebilir ve temel mantığın dahi çürüttüğü, hükmü kalmamış dogmalara ve batıl inançlara sıkı sıkı tutunur (evet astroloji, senden bahsediyorum).

Beynin sınırlılıklarının bir kısmı, sınırlı yeteneklere sahip bir bilgi-işlem cihazının açıklanamayacak şekilde tutukluk yapmasına benzer şekilde tamamen kaza eseridir; diğerleriyse doğrudan beynin nöral ağ bağlantılarının nasıl kurulduğuyla ilgilidir. Türümüzün beyin gücü ve esnekliği evrimleşirken atalarımızın yaşam biçimi modern insanlarınkinden çok farklıydı. Son yirmi milyon yılın neredeyse tamamı boyunca türümüzün soyu bir kuyruksuz maymun soyundan ibaretti. Biz insanlar bugünkü anatomik boyutlarımıza hepsi hepsi iki yüz bin yıl önce kavuştuk ve modern yaşam biçimlerine geçiş de sadece altmış beş bin yıl önce başladı. Türümüz yerleşik hayata geçip uygarlık kurduktan sonra çok fazla genetik değişim geçirmedi; yani vücudumuz ve beynimiz çok farklı bir dünyayı anlamak üzere yapılandırılmıştı. Şimdi felsefe,

mühendislik ve şiir gibi alanlarda kullandığımız zihinsel yeteneklerimiz tamamen farklı amaçlarla gelişmişti.

İnsan evrimindeki en kritik dönem 2,6 milyon yıl önce başlayıp, yaklaşık on iki bin yıl önce, uygarlığın şafağı olarak adlandırılan bir zamanda, son buzul çağının bitimiyle birlikte sona eren Pleistosen'di. Pleistosen'in sonunda insanlar dünyanın dört bir tarafına yayılmış, belli başlı ırkların çoğu oluşmuş, tarım pek çok yerde eşzamanlı olarak başlamıştı ve genetik havuz şimdikinden çok az farklıydı.

Başka bir deyişle insan vücudu ve beyni son on iki bin yılda fazla değişmedi. Yani aslında *bu* yaşam biçimine adapte olmadığımızı söyleyebiliriz. Bizler Pleistosen yaşamına adapte olmuştuk. Ve bunun belki de en açık örneğini, etrafımızdaki dünyayı algılama biçimimizde görüyoruz.

Boşluk Doldurmaca

Optik yanılsamalar eğlence parklarının, müzelerin, sirklerin ve sihirbazlık gösterilerinin, sehpa kitaplarının ve elbette internetin olmazsa olmazlarındandır. Bu görsel numaralar bizi bir bilişsel uyumsuzluk duygusuyla baş başa bırakarak şaşırtır. Beynimiz soruna bir çözüm bulmak için debelenir durur ama başaramaz, bizse bir şeylerin doğru olmadığını fark ederiz. Bu çaba eğlenceli ama aynı zamanda sersemletici olabilir. Çoğu insan uzun süre kafa karışıklığı yaşamaktan rahatsız olur.

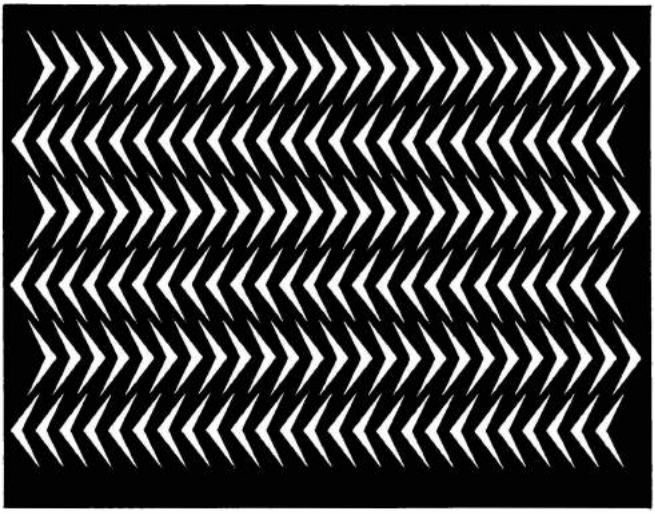
Onlarca optik yanılsama türü vardır: Fiziksel olarak var olması imkânsız nesneler (hangi taraftan baktığınıza göre üç ya da dört dişli görünen çatal), dümdüz olduğu halde eğik ya da kırık görünen çizgiler, iki boyutlu hareketsiz bir resimde oluşan derinlik ya da hareket algısı, hatta gözlerinizi üzerlerinde nasıl gezdirdiğinize bağlı olarak bir görünüp bir kaybolan benekler ya da görüntüler. Her birinin mekanizması için az çok farklı bir açıklama olsa da bu açıklamalar genellikle enformasyon eksik (ya da yanıltıcı) olduğunda, beynimizin gerçek olmadığı halde eksiksiz bir resim ya-

ratmak için "boşlukları doldurduğu" görüşünü esas alır. Duyularımız çok ham, işlenmemiş, neredeyse anlaşılmaz enformasyon parçaları gönderir ve beynimiz bu karmaşadan uyumlu bir resim oluşturmak zorunda kalır. Bir bilgisayar ekranına giden sinyalden çok da farklı değildir bu. Söz konusu sinyal ikili kodun 1 ve 0'larını oluşturan elektronların akınından ibarettir ama ekran kartı bu belirsizlikten çekip çıkardıklarıyla gayet organize bir görüntü yaratır.

Fakat bir bilgisayar ekranından farklı olarak insan beyninin enformasyondan çıkarım yapma becerisi muhteşemdir. Bu, bilinçsizce gerçekleşir ve çoğu zaman faydalıdır. Örneğin insan yüzlerini rahatlıkla ayırt edebiliyoruz. Türümüz yüz biçimi ve yapısı açısından dikkat çekici bir çeşitlilik gösterir ve insan beyni bu nüansları ânında saptar. Çoğu insan isimleri hatırlamakta güçlük çeker ama büyük kısmımız gördüğü bir yüzü asla unutmaz; birçoğumuz arkadaşlarını tek bir özelliğinden, mesela gözünden ya da ağzından tanıyabilir. Çünkü Pleistosen'de yüzler, dil gelişmeden önce sosyalleşmenin anahtarıydı. İnsanlar birbirini yüzünden tanır, yüz ifadeleriyle iletişim kurardı. Bu özellik, cansız nesnelerde yüz görmek gibi komik bir eğilime sahip olmamıza yol açtı.

İlk insanların kıt kanaat yaşadıkları dönemde, eksik bir resimden anlam çıkarma, geçmiş tecrübelere dayanarak geleceği öngörme ve sadece bir kısmına dair edinilen ipuçlarına dayanarak bir durumun bütününü tartabilme gibi zihinsel yetenekler inanılmaz ölçüde etkili ve hayat kurtarıcı olmuştu. Fakat beynin bu etkileyici özelliği bizi zaman zaman yoldan çıkarıp, zihnimizde *doğru olmayan* resimler canlandırabilir.

Eğlence amaçlı optik yanılsamalar bu zihinsel becerilerden faydalanır. Örneğin durağan olduğu halde hareket ediyormuş gibi görünen resimleri ele alalım. Bunlar genellikle sivri köşeli ya da gittikçe incelen bir şeklin dönüşümlü veya iç içe geçerek tekrarlanmasıyla oluşmuş bir örüntü içerir. Bu etki görünüşe göre sadece aynı örüntüler birbirine ters yönde ya da dönüşümlü olarak tek-



Yukarıdaki gibi sıra sıra değişen biçimlerden oluşan örüntüler insan beyninde hareket hissi uyandırabilir. Bu etki, gözlerimizin yakaladığı durağan görüntülerden beynimizin bir "video filmi" yaratmasından kaynaklanır.

rarlandığında ortaya çıkar. Örüntünün abartılı kontrastındaki bir şey bu etkiyi oluşturur. Beynimiz, diğer birçok canlıyla paylaştığımız zekice bir nörolojik yeniliğin –hareketli cisimlerin algılanmasında devreye giren "yumuşatıcı etki"nin– yan etkisi olarak bu şekillere hareket özelliği atfeder.

Retinadaki nöronlar görsel enformasyonu yakalayıp beyne olabildiğince hızlı biçimde gönderir ama bu ileti ânında gerçekleşmez. Dünyayı şimdiki haliyle değil saniyenin onda biri kadar önceki haliyle görürüz. Bu gecikme nöronların maksimum ateşlenme frekansından kaynaklanır.

Retinadaki nöronların hepsi aynı anda enformasyon gönderdiği için maksimum ateşlenme hızı, gözlerimizin fark edemeyeceği kadar yüksek bir frekans olan titreşim füzyon eşiğinin ortaya çıkmasına yol açar. Görsel enformasyon gözlerin saptayabileceğinden daha hızlı değişiyorsa beyin bu enformasyonu "yumuşatır" ve

cismin hareket ettiği şeklinde bir algı yaratır. Bir bakıma aslında hareketi *görmeyiz*; çıkarımda bulunuruz. Göz loş ışıkta saniyede yaklaşık on beş enstantane alır ve bunları beyne gönderir. Ardından görme korteksi, eski zamanlardan kalma bir film bobinindeki durağan resimleri andıran bu enstantanelerden akıcı bir görüntü yaratır.

Bu laf olsun diye yapılmış bir benzetme değil; aslında tükettiğimiz görsel medyanın çoğu bize hızlı yanıp sönmeler şeklinde sunulur. Gerek televizyonda gerekse sinemada belli bir kare hızı vardır. Kare hızı, ekranda saniye başına düşen kare sayısını ifade eder ve genellikle yirmi beş ila elli arasındadır. Bu hız, gözlerin fark etme sınırını aştığı sürece beyin girdileri akıcı hale getirerek kesintisiz bir hareket algısı yaratır. Kare hızı biraz daha düşük olsaydı insanlar televizyon programlarını ve filmleri gerçekte olduğu gibi, çok kısa aralıklarla yanıp sönen resim kareleri şeklinde algılardı. Kedi ve köpekler televizyona pek ilgi göstermezler çünkü retinadaki nöronları bizimkine göre çok daha hızlı çalıştığından ekrandaki görüntüyü yanıp sönen ışıklar şeklinde görürler ki bu korkunç derecede sinir bozucu olsa gerek. Kuşların titreşim füzyon eşiğinin memelilerinkinden yüksek olması, balık ve uçan böcekler gibi hızlı hareket eden canlıları etkileyici bir başarıyla avlayabilmelerini açıklar. İnsanlar dahil kuyruksuz maymunlar ve diğer primatların, üstün renk görme yetilerine karşılık titreşim füzyon eşikleri oldukça düşüktür; bu da hızlı hareket eden avı yakalamanın onlar için genel anlamda öncelikli olmadığını gösterir. (İnsanlarda avlanma, hızdan çok dayanıklılığa ve zekâya dayalı sürek avı şeklindedir.) Ama bu konuda diğer hayvanlara göre daha yavaş olsak da insan beyni de durağan resimlerden hareket yanılsaması yaratır.

Beynimizde akıcı devinim algısını yaratan işlevsel anatomi belli örüntülere bakarken hedefi şaşırır. Beynimiz sadece belli şekiller karşısında böyle aldanır. Bir satranç tahtasına bakarken genellikle hareket yanılsaması oluşmaz. "Devinim yaratma" işlevini yanıltan örüntüler ileriye yönelmiş gibi görünen, sivri köşeli

örüntülerdir. Savanların uçsuz bucaksız düzlüklerinde görme alanına giren sivri kenarlı bir şey güvenli biçimde hareketle ilişkilendirilebilir; beynimiz buna adapte olmuştu.

Uzun zamandan beri bunu bilen ressamlar çalışmalarında devinim algısı yaratmak için beynin bu yetisinden faydalanırlar. Yüz kırk yıllık bir yağlıboya tablo elbette ki durağandır ama Edgar Degas'nın birçok başyapıtı, örneğin meşhur balerinli tabloları izleyicide resimdeki öznelerin açıkça devinim halinde olduğu algısını yaratır.

Fakat hataya ne denli yatkın olursa olsun görsel becerilerimiz zihinsel yetilerimiz arasında ne en kusurlu ne de tek kusurlu olandır. En önemli insani özelliğimiz olan gelişmiş bilgi-işlemsel beynimiz hatalarla doludur. Bilişsel yanlılık (*cognitive bias*) dediğimiz bu hatalar başımıza büyük dert açabilir.

Önyargılı Olmak İçin Doğmuşuz

"Bilişsel yanlılık" terimi rasyonel ya da "normal" karar verme sürecindeki herhangi bir sistemik arızayı ifade eder. İnsanın karar verme mekanizmasındaki bu kusurlar bir bütün olarak psikologların, ekonomistlerin ve insan beyni gibi mucizevi denebilecek ölçüde gelişkin bir yapının nasıl olup da böylesine inanılmaz bir sıklıkta ve bu kadar tahmin edilebilir bir biçimde bu denli yanılabildiğini anlamaya çalışan diğer araştırmacıların epey ilgisini çeker.

İnsan beyni genel olarak bir akıl ve mantık abidesidir. İnsanlar daha çocukken tümdengelimli akıl yürütme yetisine sahiptir ve koşullu önermelerin basit kurallarını öğrenebilirler. Doğuştan gelen bir becerinin temel biçimi olan matematik esasen bir mantık egzersizidir. Bu, asla akıldışı davranmadığımız anlamına gelmez ama insanlar genel olarak mantıklı düşünür ve davranırlar. İşte bu yüzden bilişsel yanlılıklar tuhaftır ve incelenmeyi hak eder; bunlar beynimizin, ondan beklediğimiz akılcı işleyişten gösterdiği sapmalardır.

1980'lerde iktisadın bir alt alanı olarak ortaya çıkan davranışsal iktisat bu yanlılıkları araştırır. Alanın kurucularından, çalışmalarıyla Nobel Ödülü almış olan Daniel Kahneman *Hızlı ve Yavaş Düşünme* adlı popüler kitabında bu yanlılıkların birçoğunu açıklar. Kökeninde ortak sebepler yatan, örtüşen tanımlara sahip olan yüzlerce bilişsel yanlılık üç büyük kategoriye ayrılır: inançları, kararları ve davranışları etkileyenler; toplumsal etkileşim ve önyargıları etkileyenler ve çarpıtılmış anılarla ilgili olanlar. Bilişsel yanlılıklar genel olarak beynin dünyayı anlamlandırmak için başvurduğu kestirme yolların bir sonucudur. Beyniniz, içinde bulunduğunuz her durumu ince ince analiz etmekten kurtulmak için geçmiş tecrübelere dayanarak birtakım kurallar belirler ve böylece daha hızlı karar vermenizi sağlar. Zamandan tasarruf her zaman önceliğimiz oldu ve beyin zamandan olabildiğince tasarruf edecek şekilde evrildi. Psikologlar zaman tasarrufu sağlayan bu kestirmeleri "zihinsel kısa yollar" (*heuristics*) olarak adlandırır.

Çabuk karar veren bir beynin sık hata yapması hiç de şaşırtıcı değil. Acele işe şeytan karışır. Beynimizin yaptığı hataların birçoğunun genellikle ne kadar iyi iş gördüğünü düşünecek olursak, bunları tasarım kusuru olarak görmek hiç de adil değil. Ne de olsa sınırlar ve kusurlar apayrı iki şey.

Bilişsel yanlılıkları kusur *haline getiren*, nedenlerinin sistemdeki aşırı yüklenme olmamasıdır; bunlar defalarca tekrarlanan hata örüntüleridir. Daha da kötüsü derinlere kök salmışlardır ve düzeltilmeye direnç gösterirler. Beynimizin bir yerde yanlış yaptığını bilsek, hatta doğrusunu yapmak için gereken bütün bilgi bize verilse bile kendimizi yapmaktan alıkoyamadığımız kimi hatalar vardır.

Örneğin hepimiz sık sık teyit yanlılığı (*confirmation bias*) dediğimiz duruma düşeriz. Teyit yanlılığı, verilen bilgiyi adil ve nesnel bir değerlendirmeye tabi tutmak yerine, doğru olduğuna inanılan düşünceyi teyit edecek şekilde yorumlama eğilimidir ve çok insanidir. Teyit yanlılığı, seçici hafızadan tümevarım hatalarına, mutlak redde ve çelişkili kanıtların kabulüne pek çok biçimde kendini gösterebilir. Bunlar enformasyon işleme sürecindeki arızalar-

dır; başkalarında son derece sinir bozucu bulduğumuz bu arızaları kendimizde –işaret edilse dahi– genellikle fark edemeyiz.

Çoğu insanın politik ve sosyal ilkelere dair görüşleri, hangi veri sunulursa sunulsun, değişime direnç gösterir. Klasik bir örnekte, toplumbilimciler rasgele bir araya getirdikleri bir grup insana iki (düzmece) araştırmanın sonuçlarını gösterdiler. Bunlardan biri görünürde idam cezasının şiddet suçlarına karşı caydırıcı etki gösterdiğini, diğeriyse böyle bir etkisi olmadığını kanıtlıyordu. Ardından araştırmacılar deneklerden her iki çalışmayı da niteliği ve konuyla bağlantısı açısından puanlamalarını istediler.[1] Genel olarak katılımcılar kendi görüşlerini destekleyen çalışmaya yüksek puan, karşıt görüşü destekleyen çalışmaya düşük puan verme eğilimindeydiler. Hatta bazen, karşıt çalışmanın, hemfikir oldukları çalışma için de geçerli olan sınırlılıklarına atıfta bulunmuşlardı! Başka deneylerde biliminsanları katılımcılara pozitif ayrımcılık ve silah denetimi gibi hararetle tartışılan iki siyasi gündem maddesiyle ilgili uydurulmuş çalışmalar sundular.[2] Bu çalışmalar hem daha kapsamlı ve güçlüydü hem de daha önce yapılmış gerçek çalışmaların hepsinden daha açık sonuçlar veriyordu. Ama netice değişmedi. İnsanlar sadece ve sadece konuya ilişkin kendi görüşlerini destekleyen çalışmaları iyi tasarlanmış olarak değerlendirdiler. (Bu araştırma teyit yanlılığıyla ilgili başka bir gerçeği daha yansıtır: Teyit yanlılığı politik duruşumuzun içine işlemiştir; o nedenle bugüne dek hiç kimse Facebook'taki bir tartışmadan ötürü belli bir konudaki görüşünü değiştirmemiştir.)

Teyit yanlılığının kendini gösterdiği bir başka durum, adını, hiçbir şeyden şüphelenmeyen bir grup üniversite öğrencisi üzerinde ünlü deneyini yapan Bertram Forer'dan alan Forer etkisidir.[3] Profesör Forer öğrencilerinden çok uzun ve detaylı bir kişilik testini –tanı amaçlı bir bilgi anketini– yanıtlamalarını istemiş, sonuçlara göre hepsinin tam bir kişilik değerlendirmesini yapacağını söylemişti. Bir hafta sonra her öğrenciye kişiliğini betimleyen, sözde kişiye özel hazırlanmış bir dizi açıklama sundu. Bir öğrenciye dair değerlendirmede şunlar yazıyordu:

1) Başkalarının sizi sevmesine ve size hayranlık duymasına ihtiyaç duyuyorsunuz. 2) Kendinizi eleştirmeye eğilimlisiniz. 3) Kapasitenizin önemli bir bölümünü size avantaj sağlayabileceği halde kullanmıyorsunuz. 4) Kişiliğinizin bazı zayıf yönleri olsa da bunları genel olarak telafi edebiliyorsunuz. 5) Cinsel uyum sürecinde sorunlar yaşamışsınız. 6) Dışarıdan disiplinli ve özdenetimli görünseniz de içten içe endişeli ve güvensizsiniz. 7) Zaman zaman doğru kararı verdiğinize ya da doğru şeyi yaptığınıza dair ciddi şüpheleriniz oluyor. 8) Belli düzeyde değişim ve çeşitliliği tercih ediyorsunuz, kısıtlamalar ve sınırlamalar sizde hoşnutsuzluk yaratıyor. 9) Bağımsız düşünmenizle gurur duyuyor, başkalarının açıklamalarını tatmin edici kanıt olmadığı sürece kabul etmiyorsunuz. 10) Kendinizi başkalarına açarken fazla açık kalpli davranmayı akıllıca bulmuyorsunuz. 11) Zaman zaman dışadönük, cana yakın ve sosyal, kimi zamansa içedönük, ürkek ve çekingensiniz. 12) Bazı arzularınız hiç de gerçekçi değil. 13) Hayattaki önemli hedeflerinizden biri güvende olmak.

Aslında öğrencilerin hepsine aynı kişilik betimlemesi verilmişti ama onlar bunu bilmiyordu. Deneyin kilit noktası öğrencilerin durumdan haberdar olmamasıydı. "Kişiye özel hazırlanmış" kişilik betimlemelerini alır almaz bu ifadeleri doğruluk açısından 1 ile 5 arası bir ölçekte puanlamaları istendi. Ortalama puan 4,26 idi. Eğer siz de benim gibiyseniz, yukarıdaki raporun sizi de oldukça doğru tanımladığını düşünmüş olabilirsiniz. Öyle zaten. Tanımlamalar herkes için doğru çünkü ifadeler o kadar muğlak ve evrensel ki her biri, psikopat olmayan hemen herkes için geçerli. "Hayattaki önemli hedeflerinizden biri güvende olmak." Buna *kim* karşı çıkar ki?

Açıklamaları size özel hazırlandığını düşünerek okuduğunuzda aslında söylenen (ya da söylenmeyen) şeyleri eleştirel gözle değerlendirmezsiniz. İfadeler, kendinizle ilgili düşüncelerinizi doğrular görünür. Öğrencilere rasgele kişilik özelliklerinden oluşmuş bir listeyi okudukları söylenseydi, bazı maddelerin gerçekte kendilerine uymadığını muhtemelen fark edeceklerdi ama açıklamaların kendilerine özel hazırlandığı söylendiği için okuduklarına inanmışlardı.

Bilgi-işlem yetimizdeki bu hata başımıza büyük dert açabilir. Astrologlar, falcılar, medyumlar, kâhinler ve benzerleri Forer etkisinin inceliklerine hâkimdir. Madrabazın teki birazcık pratikle, müphem ipuçlarını kullanarak ürkütücü derecede doğru ve yerinde görünen ayrıntılı bir hikâye uydurabilir. Burada kritik nokta, talihsiz kurbanın söylenenlere inanmak *istemesidir.* Bu nedenle Forer etkisi Barnum etkisi olarak da anılır; bu ismi "Her dakika bir enayi dünyaya geliyor," sözüyle ünlü P. T. Barnum'dan almıştır. Teyit yanlılığının ne denli evrensel olduğunu düşünecek olursak, Barnum'un latifesi bir hayli hafif kaçıyor. Günümüzdeki küresel doğum hızını hesaba katarsak, her dakika *iki yüz elli* enayi dünyaya geliyor, yani kabaca çeyrek saniyede bir enayi.

Hatıram Olsun

İnsan beyninin mantıklı düşünme yetisi gibi inanılmaz bellek kapasitesi de bir mucizedir. Ortaokulda ezberlediğiniz başkentlerden tutun ilkokuldaki en iyi arkadaşınızın telefon numarasına; seyahatlere, filmlere ve duygusal deneyimlerinize dair canlı hatıralarınıza, kafanızın içinde *milyarlarca* bit enformasyon dolanır durur. Gelgelelim insanın bu muhteşem özelliği dahi arızalarla dolu.

Beynimizin anıları oluşturmasında, depolamasında ve onlara erişiminde her türlü kusura rastlanır. Örneğin çoğu insan, yıllar yılı mutlulukla anımsadığı canlı bir hatırada önemli hatalar olduğunu ancak bir kayıt vasıtasıyla ya da olaya tanık olmuş başkalarıyla konuştuğunda fark eder. Bazen de seyirci konumunda olduğu halde olayı birinci elden yaşamış gibi hatırlar. Kimi zaman anıları farklı bir zamana ya da mekâna taşır ya da olaydaki kişileri değiştirir.

Zararsız görünen bu ufak tefek hataların önemli sonuçlar doğurabileceğini anlamak için çok uzaklara değil, adalet sistemine bakmanız yeterli.

Davacının işlenen suçla ilgili bir görgü tanığı varsa davayı kazanması işten bile değildir. Görgü tanığı suçu işleyen saldırganı

teşhis ederken nasıl yanılabilir ki? Tanık ne davalıyla ne de kurbanla daha önce hiç karşılaşmamışsa niye yalan söylesin?

Ne var ki adli psikoloji alanında çalışan araştırmacılar, görgü tanıklarının verdiği ifadenin güvenilirliğine ilişkin şaşırtıcı sonuçlara ulaştılar. Kanıt peşindeki polisin ve savcıların toplanan kanıtları sunma biçimi hiç öyle demese de, en az otuz yıllık araştırma sonuçları görgü tanıklarının teşhislerinin, hele hele şiddet suçları söz konusuysa, son derece yanlı ve sıklıkla da hatalı olduğunu ispatlıyor.

Anıların nasıl kolayca çarpıtılabileceğini göstermek amacıyla psikologların faydalandıkları simülasyonlar, birçok görgü tanığının beyninde neyin ters gittiğini aydınlığa kavuşturdu. Örneğin bir çalışmada, araştırmacılar gönüllüleri iki gruba ayırdı. Her iki gruba da sabit ve sınırlı bir perspektiften bir şiddet suçu simülasyonu videosu izlettiler, sanki suçun işlenmesine şahit olan görgü tanıklarıymış gibi. Daha sonra her iki gruptan da saldırganın eşkalini tarif etmeleri istendi. Ardından gruplardan biri bir saatliğine yalnız bırakıldı, diğer gruptakilereyse sıraya dizilen zanlılar gösterildi ve faili tespit etmeleri istendi. Fakat işin içinde küçük bir hile vardı. Oyunculardan hiçbiri gerçek fail değildi ama içlerinden biri görgü tanıklarının boy, yapı ve ırk olarak verdiği eşkal tanımına genel hatlarıyla uyuyordu. Tanıklar çoğunlukla bu oyuncuyu suçun faili olarak teşhis etti ve teşhislerinin doğru olduğundan "gayet emin"diler.

Bu sonuç can sıkıcı elbette ama deneyin en rahatsız edici kısmı bu değil. Biraz zaman geçtikten sonra iki gruptan da faili tekrar tarif etmeleri istendi. Şüphelileri daha önce görmemiş olan gruptakiler öncekiyle üç aşağı beş yukarı aynı tarifi verdiler. Fakat diğer gruptakilerin çoğu çok daha ayrıntılı tarifler verdi. Şüphelileri görmek her nasılsa saldırganla ilgili daha fazla şey "hatırlamalarını" sağlamıştı. Verdikleri ayrıntılar, tanık oldukları suçun gerçek failiyle değil, *sıraya dizilmiş şüpheliler* arasındaki oyuncuyla uyumluydu. Araştırmacılar, tanıkları şahit oldukları suçla ilgili anıları konusunda sıkıştırdıklarında, anımsadıklarını anlatır-

ken tanıkların ellerinden geldiğince dürüst davrandıklarını fark ettiler. Ne var ki anıları çarpıtılmıştı.

Kapsamı ilginç biçimlerde genişletilen bu çalışma, çoğu eyalette şüphelilerin sıraya dizilerek tanıklara gösterilme biçimini etkiledi. Tanık belleği alanında çalışan uzmanlara göre, bunun tek geçerli yolu, sıradaki her bireyin –şüphelinin yanı sıra kıyaslama için sıraya sokulan ücretli oyuncuların da– tanığın verdiği eşkale her açıdan uymasıdır. Şayet görgü tanığının tarifi şüphelinin eşkaline tam olarak uymuyorsa (ki bununla sık karşılaşılır!) sahte şüpheliler tanığın tarifiyle değil, şüphelinin gerçek eşkaliyle uyumlu olmalıdır. Ayrıca sıraya giren herkeste dikkat çekici tanımlayıcı işaretler, hatta kılık kıyafet bile elden geldiğince benzer olmalıdır. Yara izleri ve dövmelerin üstü kapatılmalı çünkü tanık saldırganın boynunda dövme olduğunu hatırlarsa ve sıradakilerden sadece birinin boynunda dövme varsa, tanığın, masum olsa dahi o kişiyi suçlu olarak teşhis etme ihtimali hayli yüksektir. Tanığın suça ilişkin anıları, yeni kişinin yüzünün eklenmesiyle geçmişe dönük olarak düzenlenebilir. Giysiler bile beynin bu anı düzenleme özelliğini yanıltabilir ve her şey kişi hiç farkında olmadan gerçekleşir. Sahte anı gerçeği kadar canlıdır. Hatta daha da canlıdır!

Görgü tanıklarının belleği yeterince zayıftır ama kişinin kendi deneyimleriyle ilgili belleği daha da zayıf olabilir. Örneğin kişisel travmaların da bellek çarpıtmasına açık olduğu biliniyor. Cinsel saldırı gibi tek bir travmatik olay yaşamış ya da savaş ortamındaki gibi farklı tiplerde travmalardan ötürü uzun süreli strese maruz kalmış kişilerde bunun örneklerini görüyoruz. Travmayla ilgili en sık görülen bellek çarpıtması, kişinin gerçekte hissettiğinden daha fazla acı çektiğini hatırlamasıdır. Hatırlanan travma büyüdükçe, travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) belirtilerinin şiddeti de zamanla artar.

Doğal olarak bu durum travmayla ilişkili acıyı derinleştirir ve uzatır. Örneğin bir araştırmada Çöl Fırtınası Harekâtı gazilerine belli travmatik deneyimlerle (keskin nişancı ateşinden kaçmak, ölmek üzere olan bir askerin yanında bulunmak vb.) ilgili sorular

soruldu ve görevden dönmelerinden iki ay sonra sorular tekrarlandı. Gazilerin yüzde 86'sı en az bir olayla, yüzde 61'i birden fazla olayla ilgili yanıtını değiştirdi. Daha da önemlisi, bu değişikliklerin büyük çoğunluğunda yanıt "Hayır, başıma böyle bir şey gelmedi"den "Evet, başıma böyle bir şey geldi"ye dönmüştü. Gazilerin, olandan fazlasını hatırlaması TSSB belirtilerinde artışla ilişkilendirildi.[4]

Meslektaşım profesör Deryn Strange, John Jay Koleji'nde görevli; öncülüğündeki bir grup araştırmacı, zekice bir dizi deneyle bu bellek çarpıtmasını gösterdiler.[5] Öncelikle gönüllülerden, gerçek ve ölümcül bir trafik kazasını detaylarıyla gösteren bir kısa filmi izlemelerini istediler. Film boşluklarla ayrılmış bir dizi çekimden oluşuyordu. Bu boşluklar eksik parçaları, filmden çıkarılmış sahneleri temsil ediyordu. Eksik parçaların bir kısmı travmatik (örneğin çığlık çığlığa ana babasına seslenen bir çocuk), diğerleri travmatik olmayan sahnelerdi (örneğin kurtarma helikopterinin gelmesi). Yirmi dört saat sonra filmle ilgili hatırladıklarını ve düşüncelerini sınamak için izleyicilere sürpriz bir test uygulandı.

Katılımcılar, kendilerine gerçekten gösterilmiş olan sahnelerle ilgili sorularda yüksek puan aldılar. Fakat verdikleri yanıtların dörtte birinde aslında görmedikleri sahneleri "hatırlamışlardı". Travmatik sahnelerdeki boşlukları, travmatik olmayanlardakilere göre daha fazla doldurma eğilimindeydiler ve kendilerinden emindiler.

Ayrıca izleyicilerden bazıları TSSB'dekine benzer belirtiler yaşadığını bildirdi. Olmadık zamanlarda istemedikleri halde travmatik sahneleri düşündüklerini, filmi hatırlatan şeylerden kaçındıklarını söylediler. İşin ilginç yanı, TSSB benzeri belirtiler gösteren gönüllüler filmin aslında görmedikleri travmatik unsurlarını diğer izleyicilere göre daha fazla hatırlıyorlardı. Bu kanıt da TSSB belirtileriyle bellek çarpıtması arasında bağlantı olduğunu gösterir.

Anı oluşumundaki bu tutarlı tuhaflığın bir açıklaması olmalı. Böylesine hassas bilişsel becerileri olan bir beyin niye geçmiş travmaları abartarak kendi kendine zarar versin? Bu basit bir ha-

tadan mı ibaret? Bu denli karmaşık bilişsel işlevleri ancak yakın geçmişte gelişmiş olan beyin, yoğun duygusal stres dönemlerini kaldıramadığı zaman mı beceriksizce hata mı yapıyor?

Belki öyledir ama bunun daha ilginç bir açıklaması da olabilir. Sahte anı oluşturma süreci aslında adaptasyona yönelik bir özellik olabilir. Travmanın abartılı biçimde hatırlanması, tehlikeli bir duruma ilişkin korkuyu pekiştirmeye hizmet ediyordur belki de. Tehlikenin önlenmesinde çok önemli bir şartlanma mekanizması olan korku güçlü bir motivasyon yaratır. Normalde bir şeye karşı hissedilen korku ve tiksinti duyguları, kişi o şeye tekrar tekrar maruz kalmadığında silinir gider. Travmatik olayların zaman içinde gerçekte olduğundan daha da travmatik hatırlanması gibi tuhaf bir durum, korkunun zamanla silinmesi gibi normal bir eğilime karşı koyuyor olabilir. Yani bu da bizim için arızaya dönüşen bir özellik ya da tam tersine, özelliğe dönüşen bir arızadır.

Kasa Her Zaman Kazanır

İnsanlar geçmişte yaşadıklarını doğru dürüst hatırlayamamaları bir yana, şu an olanları değerlendirmekte daha da başarısız olabilirler. Türümüzün sağ salim hayatına devam etmesinde bu temel becerinin ne kadar elzem olduğunu düşündüğünüzde durum oldukça çarpıcı görünür.

Hayat boyu çevrenizden gelen girdilerin bombardımanı altında yaşarsınız ve bu duyusal fırtınada ancak, genellikle hızlı verilmiş sayısız kararla yolunuzu bulabilirsiniz (umalım ki iyi kararlarınız kötülere ağır bassın). Bunu yapabilmek için çeşitli şeylere, insanlara, fikirlere ve sonuçlara bir değer atfetmeniz gerekir. Beyniniz böylece çeşitli sonuçlara değer biçer ve değeri tüketmektense onu muhafaza eden ya da artıran kararlar verir.

Psikologlar ve ekonomistler kumar masasındaki davranış biçiminin, özellikle de paraya değer biçme konusunda insan zihninde neyin yanlış gittiğini en saf haliyle gösteren örnek olduğu görüşündeler. Çoğu insanın parayla arası pek iyi değildir. Kumar, çok

hızlı ve kolay para kazanılıp kaybedilen bir ortam olduğu için, değer biçmeyle ilgili sorunlara yaklaşımımızın altında yatan derin gerçekleri araştırmamıza verir. Çok sayıda psikolojik ve ekonomik araştırma, insanların kumar oynarken nasıl seçimler yaptığına odaklanır.

Bu sadece akademik bir egzersiz değil. Kumar davranışları kendini başka pek çok alanda gösterir. Araştırmacıların kumar masasındaki karar verme süreciyle ilgili çıkardığı dersten, ne yazık ki insanların nasıl yaşadıklarına dair bir genellemeye varabiliriz.

Öncelikle, çoğu insan kumarın temel mantığını anlamakta berbattır. Kumar sektörünün bütünü mantıksızdır elbette; şans her zaman kasadan yanadır. İnsanlar da bunu bilir. Kumarhanelerin müşterileri üzerinden para kazandığını herkes bilir. Buna rağmen herhalde yaşadıkları heyecana değdiği için insanlar kumar oynar. Deneyimin kendisine *değer biçer*, kumarı da golf oynamak, sinemaya gitmek gibi bir hobi olarak düşünürler. Kumar masasında kaybedilen para giriş ücreti gibidir, yani fazla önemsenmez. Kumar oynayanlar bunun en başından farkında olarak büyük ödül vaat eden yarışa katılmanın coşkusuna kapılırlar.

Fakat kumar diğer eğlence biçimlerinden önemli bir fark gösterir: İnsanlar durmaksızın haddinden fazla bedel öder. Kumarhaneye girenlerin büyük çoğunluğu, niyetlendiğinden çok daha fazla para kaybedip çıkar. Kumarbazlara gecenin başında ne kadar para kaybetmeyi göze aldıklarını, bir de gecenin sonunda ne kadar kaybettiklerini sorarsanız, çoğu kez kafalarında belirledikleri sınırı aştıklarını görürsünüz. Hatta ne kadar para kaybedeceklerini gecenin başında söyleyebilseydiniz, çoğu, kumarhaneye adımını bile atmazdı. İnsanlar kumar oynamaktan keyif alıyor olabilir ama para kaybettikten sonra öne sürdükleri açıklama –sırf eğlence olsun diye kumar oynadıkları iddiası– kötü seçimler yapmış oldukları gerçeğini inkâr etmek, hatta kendilerini kandırmak için her şey olup bittikten sonra kullandıkları bir gerekçedir.

Kumar oynarken verilen kötü kararlar insan psikolojisindeki

bazı kusurlara işaret eder. Belki de en açıklayıcı ve en fazla sözü edilmeye değer örnekler, günlük hayatın diğer yönleriyle paralellik gösterenlerdir.

Çoğu kumarbaz oyuna kaybetmeyi göze alacağı kadar parayla başlar. Bu miktar diyelim ki yüz dolar olsun. Kumarbaz, oynayabileyeceği en düşük bahsin beş dolar olduğu yirmi bir masasına oturduğunda genellikle bir-iki fişle oynar. Biraz kazanır, biraz da kaybeder. Ama para kazanmaya başladığında tuhaf bir şey olur: Bahsi artırır. Yapılabilecek en mantıksız şeydir bu. Elli dolar kazandığınızda daha önce olduğu gibi beş dolar koymak yerine yirmi dolarlık bahis oynamaya başlarsanız, on elde kazandığınız parayı iki-üç el sonra toptan kaybedersiniz. Unutmayın ki yeterince uzun süre oynarsanız eninde sonunda kasa kazanır. Bahsi artırmak, kazancınızın kasaya iadesini hızlandırır.

Hatırı sayılır bir para kazandığınızda talihinize şükretmeli ve bahsi artırmak yerine *düşürmelisiniz*. Böyle yaparsanız kaybetmeden eve dönme şansınız epey yüksektir. Hiç kuşkusuz gerçek anlamda kazanmanın tek yolu kazanmaya başladığınız anda oynamayı bırakmaktır, lakin hemen hiç kimse böyle yapamaz. Mantığının sesine kulak verenlerse zaten en başında kumarhaneye gitmeye yeltenmez.

Kumarhaneler bunu iyi bilir. Bir müşteri üst üste kazanmaya başlarsa ne olur? Önce bedava içki ikramı gelir. Kazanmaya devam ederse açık büfeye davet edilir. Şansı dönmeyecek gibi görünüyorsa talihli kendini ücretsiz bir otel odasında bulur. Ne kadar çok kazanırsa, oda o kadar iyidir. Kumarhaneler büyük bahisçilerini, onlara güçlü ve önemli olduklarını hissettirecek lüks süitlerde ağırlamak ister.

Kumarhaneler kendilerinden deste deste para alan birini niye böyle şatafatlı armağanlara boğar? Kumarhanede kalması için. Ne kadar çok hediye verirlerse kumarbaz o kadar uzun kalır. Ne kadar uzun kalırsa kazandıklarını kaybetme ihtimali o kadar artar. Aslında kumarbaz, kesesini geçici olarak doldurmanın yarattığı sahte güven hissinden ötürü, kumar masasına otururken aklından

geçenden muhtemelen çok daha fazlasını kaybederek masadan ayrılacaktır.

İnsanlar başlarken ne denli temkinli ve kararlı olurlarsa olsunlar, bir kez kazanmaya başladıktan sonra ne mantık kalır ne sağduyu. Neredeyse kazandıklarını olduğu gibi geri vermeye kararlı görünürler ve tam da öyle yaparlar.

Bu davranış kusurunun etkisi günlük hayatımızda da görülebilir. Kaynaklar arttıkça insanlar harcamakta daha dikkatsiz davranır, bu da o kaynakları daha çabuk kaybetmelerini garantiler. Öğrenci olması, düşük maaş alması, masraflı bir aileye ve çokça gidere sahip olması gibi geçerli sebeplerle meteliksiz dolaşan insanlar tanırız. Ama bu garibanlar ellerine birazcık para geçse ne yaparlar? Genellikle o parayı çarçur ederler.

Peki ama neden? Bitmeyen borçları kapatmak, evi ya da arabayı yenilemek veya makul bir yatırım yapmak için nihayet bir miktar finansal kaynağa kavuşmuşken onca parayı şık kıyafetlere, pahalı yemeklere ve hovardalığa harcarlar. Hiç akıllıca değil. Bu ölçüsüz harcamaların verdiği keyif gelip geçer ama dağ gibi büyüyen borçlar kalır. Çoğumuz mecbur kalınca parayı idareli kullanmayı biliriz ama üzerimizde baskı yokken tutumlu davranmayı beceremeyiz. Başımıza konan talih kuşundan uzun vadeli taksitlerle mal mülk edinmek, hatta başka yatırımlar yapmak için faydalanabiliriz ama çoğumuz böyle bir senaryoda doğru seçimler yapmayız.

Özellikle kumarhanelerde açık bir şekilde görülen daha da yaygın bir psikolojik kusur kumarbaz yanılgısıdır. Bir süreden beri görülmeyen rasgele bir olayın gerçekleşme ihtimalinin daha yüksek ya da yeni olmuş bir olayın kısa süre içinde tekrar gerçekleşme ihtimalinin düşük olduğuna inanmaya kumarbaz yanılgısı denir. Söz konusu olaylar birbirinden bağımsız olduğuna göre, bu düşünce tamamen asılsızdır. Yaşamdaki pek çok durumda olduğu gibi kumarda da geçmişte olanların şimdi olanlar üzerinde hiçbir etkisi yoktur.

Kumarhaneye gittiğimde (ki diğer herkes gibi ben de tamamen

rasyonel biri olmadığımdan zaman zaman giderim) en sevdiğim şeylerden biri rulet masasındaki oyuncuları seyretmektir. Diyelim ki rulet topu bir turda 00'da durdu; bir sonraki turda yine 00'da durma ihtimali daha düşük değildir. Olasılık her turda aynıdır. Ya da tam tersine, rulet çarkı defalarca döndüğü halde top belli bir sayıda *durmadıysa* sonraki turlarda o sayıda durma ihtimali öncekinden daha yüksek değildir. Temel mantık bunu söyler ama 00'a oynayıp da kazanan oyuncuların sonraki birkaç tur boyunca aynı sayıya oynamaktan kaçındığını görürsünüz. Ya da aynı sayı uzun zamandır *kazanmadıysa* oyuncu o sayıya peş peşe yüksek bahis oynayabilir. Nihayet kazandığı zamansa oynayacak –yine bir süredir kazanmamış– başka bir sayı bulur. Kumarhaneler rulet masasında kazanan bütün sayıların listesini memnuniyetle açıklar. Aslında bunun bir önemi olmadığını bilirler ama farazi enayimiz gibi talihsiz kumarbazlar bunun önemli olduğunu *düşünür*.

İnsanlar niye bu tuzaklara düşer? Rulet topunun ya da çarkının önceki turda ne olduğunu her nasılsa *bildiğine* ve bu yüzden bir sonraki turda başka bir sonuç gelmesini sağlayacağına mı inanırlar? Elbette bilinçli olarak böyle düşünmezler. Ama her nasılsa evrenin salt rastlantısallıktan öte bir anlam taşıdığını düşünürler. İnsan psikolojisinin derinliklerinde gizlenen kumarbaz yanılgısı bazen kılık değiştirerek kendini önsezi şeklinde belli eder. Birçok insan, üç kızı olan bir kadının bir sonraki bebeğinin oğlan olacağını düşünür. Oğlan olursa sezgilerinde haklı çıkmış olurlar. Kız olursa hayret ederler: "Vay canına! *Yine mi kız*! Amma şans!" Aslına bakarsanız yüzde 50'lik bir şanstan söz ediyoruz. Bebeği meydana getiren yumurtaya doğru koşturan üç yüz elli milyon sperm, daha önce aynı yoldan üç kızın geçtiğinden habersizdir. Her doğum yazı-tura atmaya benzer. Bozuk para önceki atışların sonucunu bilmez. Üst üste on kez tura gelebilir. On birinciyi attığınızda tekrar tura gelme ihtimali yine yarı yarıyadır.

Kumarbaz yanılgısının açıklaması ne peki? Evrim. Beynimiz, çoğunlukla sorun çözme sürecini kısaltmaya yönelik programları yürütmek üzere evrimleşmiş bilgisayarlara benzer. Zihinsel kısa

yollar beynin, iyi kararlar vermesine yardımcı olacağı umuduyla, dünyayı hızlıca anlamlandırmak için oluşturduğu kurallar bütünüdür. Bir şeyi gözlemlerken, onu farkında olmadan daha büyük bir örüntüye tercüme eder, gözlemlediğiniz şeyin daha kapsamlı bir doğrunun temsili olduğunu kabul edersiniz. Bu becerinin son derece faydalı olduğu doğru. Atalarımızdan biri çalıların arasında bir aslan gördüğü zaman o çalıların aslanların bulunabileceği bir yer olduğu sonucuna varmış, sonrasında da böyle yerlerden uzak durmaya özen göstermiş olabilir. Tek bir veri noktasından yola çıkarak daha kapsamlı bir doğruya ilişkin çıkarım yapması belki de hayatını kurtarmıştı.

Zihinsel kısa yollar her ne kadar faydalı olsa da, engin bir veri kümesiyle karşılaştığımızda aslında bize çelme takabilirler. Çünkü insan beyni sonsuzluğu kavrayacak şekilde inşa edilmedi; hepimiz sonlu matematiğin sınırlarının tutsağıyız. Sözgelimi yazıtura atarken iki sonuçtan birinin gelme ihtimalinin yarı yarıya olması *gerektiğini* biliriz. O nedenle peş peşe dört kez tura geldiğine tanık olduğumuzda beynimiz bu gözlemi sonlu bir veri kümesine uyarlar. Bilinçsiz akıl yürütme bize şunu söyler: *Peş peşe dört kez tura geldiğine göre yarı yarıya oranını tutturmak için artık yazı gelmesi lazım.* Küçük sayılarla düşünme biçimi muhtemelen atalarımızda örüntü tanıma ve öğrenmenin gelişmesine hizmet etmişti, ama modern zamanlarda bu yöntem çeşitli şekillerde, özellikle de olasılık ve büyük sayıların matematiği söz konusu olduğunda tekler.

Kumarbazlara geri dönelim. İnsanlar, kazandıklarında oyunu bırakamamaları yeterince kötü değilmiş gibi, kaybettikleri zaman da bırakmakta zorlanırlar. Kim bilir kaç kez şöyle laflar duymuş ya da kendinize söylemişsinizdir: "Bir el daha oynarsam hepsini geri alacağım" ya da yanlışlığı daha da aşikâr olan "Kasa bana son birkaç elde kaybettiklerimi *borçlu*." Duyan da defterikebir tutulduğunu ya da kartların (veya zarların yahut rulet toplarının) geçmiş kayıplarınızı dengelemek zorunda olduğunu düşünür. Oysa bunun gerçekle zerre kadar alakası yok. Şansınız yaver gitmi-

yorsa, talihsizliklerin devam etme ihtimalinin şansınızın dönme ihtimalinden biraz daha fazla olduğunu unutmayın çünkü her zaman olduğu gibi şans hep kasadan yanadır.[6]

Kaybederken oyunu bırakamamak, *batık maliyet* olarak adlandırdığımız yanılgıyla ilişkilidir. İnsanlar para kaybettikten sonra yirmi bir masasını terk etmekte zorlanırlar çünkü parayı geri almayı denemedikleri takdirde kaybedilen paranın "boşa gitmiş" olacağını düşünürler. Bu elbette yanılgı üstüne yanılgı anlamına gelir çünkü önceki ele dair hiçbir şey, bir sonrakinde olacakları etkilemez ama insanlar yine de öyle olduğunu düşünür. Batık maliyet yanılgısı çoğunlukla makul yasal yatırım uygulamalarına yönelik tavsiyelerle haklı çıkarılır, sözgelimi ancak para harcayarak para kazanabileceğimiz fikri ve gelecekteki mükâfatlara dair diğer bariz hakikatler gibi.

Unutmayın ki her harcanan para yatırım değildir. Bir miktar para kaybettiğinizde bu parayı geri almayı, kaybetmenize yol açan durumu devam ettirmek için asla bir gerekçe olarak kullanmamalısınız. Krupiyeye yirmi bir gelirse ne kasa size beş kuruş borçludur ne de evren. Yani bir sonraki elde kazanma olasılığınız daha fazla değildir. Cüzdanınızın biraz daha boşalmış olması dışında değişen bir şey yoktur. Krupiyeye üst üste on kez yirmi bir gelirse, bir sonraki turda yine yirmi bir gelme ihtimali aynıdır. Kaybettiğiniz bahisler gelecekte kazanma ihtimalinizi artırmaz. Giden gitmiştir.

Batık maliyet yanılgısı sadece kumarhanede değil insanların her türlü faaliyetinde görülebilir. Örneğin pek çok amatör yatırımcı –yani ABD'de 401(k) emeklik planı olan hemen herkes– aldığı bir hisse senedini satıp satmamaya karar vermeden önce ona ne kadar para harcamış olduğuna bakar. Oysa bunun hiçbir anlamı yoktur. Satıp satmamaya karar verirken göz önüne almanız gereken tek etken vardır, o da hisse senedinin gelecekteki performansına dair inancınız. Hisseyi isterseniz bir gün, bir ay, bir yıl ya da on yıl önce almış olun, fark etmez. Zamanla değer kazanacağını düşünüyorsanız elinizde tutabilirsiniz, tutmalısınız da. Değer kay-

bedeceğini düşünüyorsanız satmalısınız. Bu kadar basit.

Fakat değer kaybeden bir hisse senedi bazen haklı gerekçelerle elde tutulabilir. Yatırımcının şirketle ilgili yersiz paniğinden ya da durulması beklenen geçici bir borsa krizinden ötürü hisse senedinin değeri suni bir düşüş gösterebilir. Bunlar beklemek için geçerli sebeplerdir. Senedi kaça aldığınızın konuyla alakası yoktur. Halbuki insanlar en çok bunu düşünür. Aslında portföy yönetim programlarının çoğu böyle düşünmeyi kolaylaştırır: Genellikle güncel değer sütununun sağındaki sütunda hisse senedinin alım fiyatı gösterilir. Bu utanç verici bir uygulamadır çünkü daha önce kaybettiğiniz ya da kazandığınız miktarın vereceğiniz kararda önemli rol oynadığı düşüncesini pekiştirir. Senedin sürekli değer kaybetmesi, onu elden çıkarma zamanının geldiğini gösterir. Fakat insanlar çoğu zaman, senet yükselişe geçer de en azından ödediklerini geri alırlar ümidiyle kaçınılmaz olan satış kararını ertelerler. Bekledikçe ellerindeki senedin değeri daha da düşer ve daha fazla para kaybederler.

Bu sadece borsa için geçerli değil. Batık maliyet yanılgısı birçok finansal kararı, genellikle olumsuz etkiler. Örneğin bir emlağı elden çıkarma zamanı geldiğinde insanlar bunu zararına yapmak istemez. Evi ya da başka bir mülkü uzun süre elden çıkarmayıp, satın alırken ödediklerini tazmin edebilmek için emlak piyasasının toparlanmasını beklerler. Bu sağlam bir finansal hamle gibi görünse de emlağı elde tutmanın vergiler, aidatlar ve faturalardan doğan bir maliyeti vardır. İnsanlar, bir evi olması gerektiğinden daha uzun süre ellerinde tutarken bu masrafları genellikle dikkate almazlar. Ayrıca mülk ikametgâh ya da gelir kaynağı olarak kullanılmıyorsa, o sermaye başka bir iş için kullanılabilecekken bir hiç uğruna bağlanmış olur.

Batık maliyet yanılgısı sadece bireysel kararları değil, toplumsal kararları da felakete sürükler. ABD'nin Irak'a girmesinden kısa süre sonra ülkede askeri işgalin devam etmesi taraflardan hiçbirine fayda getirmedi. ABD ordusu önceki rejimi lağvedip silahsız bırakarak savaşı "kazandı" ama istikrarın bozulmasıyla şiddet

yaygınlaştı, ortama terörizm ve kaos hâkim oldu. ABD isyancıların kökünü kazımak ve ülkeye yeniden istikrar getirmek amacıyla işgali sürdürdü. Sonunda Amerikan askeri birliklerinin ülkedeki varlığı istikrarsızlığa yol açan kuvvetin bizzat kendisine dönüştü, radikalleşmenin ve terörist saflara katılmanın temel gerekçesi haline geldi. Herkes bu acı gerçeğin farkına vardıktan sonra bile ABD, askeri kuvvetlerini Irak'tan çekmemek için ayak diredi. "Kaybedilen hayatlar" ve "harcanan para" ile ilgili politik argümanlar ileri sürüldü. *Kaybımız çok büyük – hepsi bir hiç uğruna mıydı yani!* Irak halkına yardım etmek Amerika'nın ahlaki sorumluluğu olabilir elbette ama bu, askeri yollarla çözülemeyecek farklı bir konu.

Bir şeye zaman, emek ya da para harcayıp da onca fedakârlığın boşa gittiğini görmek istemediğimizde batık maliyet yanılgısı ortaya çıkar. Bu tabii ki anlaşılabilir bir durum ama mantığa tamamen aykırı. Bazı durumlarda yaptığınız yatırımın bir önemi yoktur; başarısız bir plana sadık kalmak size sadece daha fazlasına patlar. Böyle durumlarda inadı bir kenara bırakmak çok zor olsa da, yapılabilecek en akıllıca şey daha büyük kayıpların önüne geçmek olabilir.

Evdeki Hesap Çarşıya Uymaz

Kumarbaz yanılgısı ve batık maliyet yanılgısı, para ya da başka kaynaklar söz konusu olduğunda çuvallamamıza neden olan iki özel durum ama değer biçtiğimiz şeyler söz konusu olduğunda daha da temel hatalar yaparız: Değer biçme sürecinin daha başında her şeyi yüzümüze gözümüze bulaştırırız.

Satıcıların fiyat etiketleriyle nasıl oynadıklarını ve taktiklerinin nasıl da etkili olduğunu düşünün. Örneğin birçok çalışma, tüketicilerin, nihai fiyatı ne olursa olsun indirimli ürünlere yöneldiğini gösteriyor. Yirmi dolarlık bir tişört, fiyatı kırk dolardan yüzde 50 indirimle bu rakama düşmüşse çok daha hızlı satılır. Biz insanlar için değer ölçümü mutlak değil görecedir.

Bir de demirleme yanlılığı (*anchoring bias*) var. İnsanlar, güvenilirliği ne olursa olsun sunulan ilk veriye büyük değer atfederler. Sonrasında gelen bütün verileri kendi içinde değil, ilk aldıkları veriye göre değerlendirirler. Yukarıdaki örneğe dönecek olursak, ilk veri tişörtün şişirilmiş olan ilk fiyatıydı. Yirmi dolarlık indirimli satış fiyatı bu rakamla kıyaslandığında çok daha düşük görünür.

Aynı durum maaş pazarlığında ya da ev satın alırken de geçerlidir. Çıtanın yüksekliğini belirleyen her zaman ilk rakamı telaffuz eden kişi olur; pazarlığa dahil olan taraflar, bundan sonra gelecek her karşı teklifi açılış fiyatına göre değerlendirir. Maaş pazarlığı konusunda tecrübeli olanlar, alacaklarını tahmin ettikleri maaşın çok daha üzerinde bir rakamla pazarlığı açarlar. Bilirler ki işveren, yüzde 5 ila 10 düşük bir maaşı kabul ettirdiği zaman, çalışanı "ucuza kapattığını" hisseder.

Bu bilişsel yanlılık insanın sosyal ruh haline o kadar derinden işlemiştir ki hiç kimse tarafından sorgulanmaz. Güneş enerjisi sistemleri pazarlayan firmalardan evim için teklif aldığım sırada bunu ilk elden yaşadım. Bir anda kendimi verilen her teklifi ilkiyle kıyaslarken buldum. İlk teklif fazlasıyla şişirilmişti; firma istediğim tarzda bir sistem kurmuyordu ve aslında işi almaya pek hevesli değildi. Daha düşük teklifler alınca güneş enerjisi panelleri kurmanın ucuza mal olduğu hissine kapıldım! Ne zaman ki sevgili eşimle baş başa verip teklifler üzerinde konuştuk, işte o zaman verilen tekliflerin hepsinin ilk başta harcamayı düşündüğüm rakamın çok daha üzerinde olduğu kafama dank etti.

İlk firma niye işi geri çevirmek yerine çok yüksek bir fiyat vermişti? Belki de bana haddinden yüksek bir fatura çıkarırlarsa, aslında kendilerine göre olmayan bir işi almalarının bedelini telafi edebileceklerini hissetmişlerdi. Ya da daha büyük olasılıkla, çok yüksek bir teklif verirlerse kafamda güneş enerjisi firmalarının Cadillac'ı oldukları gibi bir izlenim uyandıracaklarını biliyorlardı. Nitekim öyle oldu! Birkaç hafta sonra bir arkadaşıma "Eğer bütçen elveriyorsa, en kaliteli firma..." derken yakaladım kendimi.

Ağzımdan çıkanı kulağım duyuyor muydu? O ya da bu firmanın işinin ehli olup olmadığı hakkında en ufak bir fikrim yoktu. Bildiğim tek şey bana verdikleri *teklifti* ama bu yeterliydi. Karşı taraf fiyatı şişirerek beni firmanın üstün olduğuna ikna etmeyi başarmıştı ve ben de büyük bir memnuniyetle onların bedavaya çalışan temsilcisi olmuştum.

Pazarlama ve satış uzmanları değer biçme konusundaki yanlılıkları iyi bilir. İçecek endüstrisi, bu profesyonellerin daha fazla ürün satmak için bilimsel araştırmalardan yararlanabileceği sektörlerden sadece birisidir. Örneğin çalışmalar, tadının ya da kalitesinin kötü olduğunu düşündükleri için insanların çok ucuz şarap almaktan kaçındığını gösteriyor. Kör tat testlerinin sonuçlarına göre, şişelere sahte fiyat etiketleri yapıştırıldığında insanların algısı gerçekten de değişiyor. İnsanlar fiyatı şişirilmiş şarabı daha çok seviyor, fiyat etiketi daha düşük olanlara (aslında şarap daha ucuz olmadığı halde) burun kıvırıyorlar. Bu çalışmalara katılanlar, aldatmaca açıklandığında genellikle utanç içinde, pahalı şarabın kendilerine gerçekten de daha lezzetli geldiğini itiraf ediyorlar. Mesele sadece araştırmacıyı etkilemekten ibaret değil; yanlış değer biçme, tat dahil algılarımızı gerçekten etkiliyor.

Şarap satıcılarının bildiği gibi değer biçme konusundaki yanlılıklar ters yönde de işler. Şık bir şarap dükkânına bir sonraki gidişinizde fiyatlara dikkat edin. Fiyatı ortalama olan şarap şişelerinin arasına genellikle bir tane de pahalı şarap konur ki diğerleri daha ucuz görünsün. O tek şişenin ederi aslında hiç de üstünde yazdığı kadar yüksek olmayabilir. Fiyat etiketi fazlasıyla şişirilmiş çok ucuz bir şarap olabilir. Sadece göstermelik olarak oradadır!

Ucuz fiyat etiketli bir şişe de benzer şekilde diğerlerini daha kaliteli göstermek için aralarına konmuş olabilir. Bu da sahte fiyatlandırmayla yapılır. Şarap satıcısı belli bir şarabı son şişesine kadar sattığında genellikle o son şişenin fiyatını düşürüp, satışı çok iyi olmayan başka bir şarabın satışını hareketlendirmek için kullanır. Diyelim ki elinde fazla satmayan on dolarlık Merlot şarabı var. Bunların yanına altı dolarlık başka bir şarap koyarsa

Merlot şarabı müşterinin gözünde birdenbire değer kazanır. Altı dolarlık şişeyi elden çıkarmaya hazır olduğunda satıcının tek yapması gereken, bu etiketin tepesine on beş dolar yazıp üzerine kocaman bir çarpı koymaktır. Artık satılması an meselesidir.

İnsanlardaki yaygın bilişsel yanlılık ve hataların birçoğunun ister kumar olsun ister borsa ya da finansal planlama, en çok parasal konularda ortaya çıktığını fark etmiş olmalısınız. Para elbette doğal dünyayla doğrudan bağlantısı olmayan bir insan icadıdır; insanlık tarihinin büyük bölümünde ekonomi, belli bir değerin temsilcisi olmak yerine kendisi faydalı olan emtianın mübadelesiyle ilgiliydi. O nedenle paranın yönetimiyle ilgili bilişsel becerileri geliştirememiş olmamız hiç de şaşırtıcı değil. Para herhangi bir biyolojik temele dayanmayan, bütünüyle kavramsal bir yapı olduğu için insanlar kirada oturup arabalarını satın almayı tercih ediyorlar da tam tersini yapmıyorlar.

Fakat para görece yeni bir şey olsa da onu kullanma biçimimizdeki hatalar türümüzün zihinsel devresinde yer etmiş kadim arızaları yansıtır. İnsanın bilişsel kapasitesinin, paranın olmadığı ama kaynakların, dolayısıyla değer kavramının elbette *var olduğu* ve kararları etkilediği bir dünyada evrildiğini düşünecek olursanız bu iddia o kadar da şaşırtıcı gelmez. İnsanların mal, hizmet ve gayrimenkul gibi sahibine değer katan somut şeylerle her zaman ilişkisi vardı. Örneğin yiyecek, alet edevat, hatta incik boncuk emtia olabilir. İmece, ittifaklar, bakım ve uzun süredir var olan ebelik vs. hizmet kapsamında yer alır. Belli yerlerin konum itibariyle, kamp ya da yuva kurmak veya avlanırken gizlenmek için daha makbul olmasıyla gayrimenkul kavramı ortaya çıkar. Başka bir deyişle ekonomik güçler paraya kıyasla çok daha eskiden beri var olagelmiştir.

Türümüzün değerli kaynaklarla olan güncel ilişkisini öncesiyle kıyaslamak zor ama ölçebildiğimiz kadarıyla diğer hayvanlar da bizim yaptığımız birçok hatayı yapıyor. Örneğin pek çok hayvan yiyecek ya da başka hediyeler karşılığında cinselliğe erişim hakkı kazanır. Bazı penguenler seks karşılığında, yuva yapmak

için kullandıkları malzemeleri takas eder. (İlginizi çektiyse, *Not So Different* [O Kadar da Farklı Değil] adlı kitabımda bütünüyle hayvanlarda fahişelik konusuna ayırdığım bir bölüm yer alıyor.) Kuş kolonilerinde yuvanın konumu genellikle sosyal statüyle bağlantı gösterir; onların dünyasında da mülke el koyma ve hırsızlık teşebbüsleriyle hareketli bir emlak piyasası görülür. Doğada, büyüme ve üreme için hayvanların ihtiyaç duyduğundan çok daha fazla kaynağa hâkim olma çabasının bir yığın örneğiyle karşılaşırız. Açgözlülük ve kıskançlık insana has özellikler değil. Türümüz parayı icat etmiş olabilir ama biz ekonomik etkileşimlere giren ilk tür olmadığımız gibi, ekonomik psikoloji kapsamındaki meselelerle yüz yüze gelen ilk tür de değiliz.

Ekonomiye dair kusurlu düşünme tarzımızın diğer hayvanlarınkiyle ne denli benzer olduğu primat kuzenlerimizle ilgili araştırmalar sayesinde açıklığa kavuşuyor. Dr. Laurie Santos, kapuçin maymunlarının parayı anlamak ve kullanmak üzere eğitildiği bir ortamda "maymun ekonomisi"ni oluşturmak için yıllarını vermiş bir hayvan davranışbilimcisi ve psikolog.[7] Hayranlık uyandırıcı çalışmalarıyla ilgili yayımladığı birçok makaleden çıkarabileceğimiz en önemli ders, kaynaklar söz konusu olduğunda maymunların da insanlar kadar irrasyonel davranışlar sergileyebildiğidir. Onlar da kaybetmeye yanaşmaz; yani kazandıkları "para"yı kaybetme beklentisi varsa, aynı miktarda parayı kazanmak için normalde almayacakları düzeyde, aptalca riskler alırlar. Onlarda da değer biçme tıpkı bizdeki gibi kıyaslama esasına dayanır; tıpkı bizim şarap dükkânındaki halimiz gibi, onları da fiyat manipülasyonuyla kandırarak seçimlerini değiştirebilirsiniz.

Maymunların bizimle aynı bilişsel kusurları göstermesi, ekonomi konusundaki kusurlu psikolojimize dair daha derin bir evrimsel gerçeğe işaret eder. Şimdi hatalı ya da irrasyonel olduğunu düşündüğümüz davranışlar –örneğin teyit yanlılığı ya da batık maliyet yanılgısı temelinde karar verme– muhtemelen rulet masalarının ve sahil şeridindeki evlerin henüz icat edilmediği tarımöncesi dönemde yaşamış atalarımızın işine yaramıştı. Benzer şekil-

de, kaynakların sosyal statü, konfor ya da güç için değil, salt geçinmek için kullanıldığı zamanlarda, kıyaslamaya dayalı bir değer biçme sistemi anlamlıydı.

Dahası yaban hayattaki hayvanlar çok fazla risk, dolayısıyla çok fazla evrimsel baskı altındadır ve atalarımızın durumu da farklı değildi. Gelişmiş dünyanın modern insanları için biraz para kaybetmek genellikle, yaşam standartlarını bazı açılardan aşağı çekmeye mecbur kalmak anlamına gelir. Oysa Pleistosen'de kaynakların kaybı muhtemelen aç kalmak anlamına geliyordu. Bu nedenle kaybetmeye karşı aşırı isteksiz olmak anlamlıydı. Diğer seçenek hemen her zaman ölüm olduğunda, risk almak o kadar da aptalca görünmez. Zor zamanlar zor kararlar almayı gerektirir.

O halde ekonomik düşünme biçimimizdeki kusurlar evrimsel bir amaca hizmet ediyordu. Fakat şarap satıcıları, kumarhane endüstrisi ve ekonomi alanında çalışan diğer pek çok fırsatçının da iyi bildiği gibi bu özelliğimiz aynı zamanda önemli bir arızadır.

Anekdotun Gücü

İnsanda irrasyonelliğin bir başka biçimi de türümüzün anekdotların etkisine karşı aşırı duyarlı olmasıdır. Başınıza gelen belli bir olay, hatta birinin anlattığı bir şey o durumla ilgili bütün bildiklerinizi gölgede bırakabilir. Bu etki, olasılık ihmali olarak bilinen daha kapsamlı bir yanılgının altkümesidir.

Bir keresinde, bir arkadaşımın arabasıyla yolculuk yapıyorduk. Tali yoldan eyaletlerarası otobana bağlanmak üzereydik. Arkadaşım birleşme noktasına yaklaşırken yavaşladı ve durup omzunun üstünden geriye, yol boyunca akan trafiğe baktı. Gözlerime inanamadım, "Ne yapıyorsun?" diye bağırdım. "Bir defasında otobana girerken kaza yapmıştım; artık durup trafiğin akmadığı ânı kolluyorum," diye yanıt verdi.

Arkadaşım anekdotun gücüne yenik düşmüştü. Gerek sürücü kurslarında öğretilenlere gerekse yol kurallarına göre tali yoldan otobana geçerken durmadan yola devam etmek daha güvenli ve

etkilidir. Eyaletlerarası otobanlar buna imkân sağlayacak ölçüde geniştir. Aslında durmak *tehlikelidir* çünkü arkanızdaki araçlar hızlı geliyor olabilir ya da yolun ve trafik ışıklarının durumuna göre zamanında duramayıp size çarpabilir. Arkadaşım daha önce kendi başına ya da başkalarının aracında tali yoldan otobana defalarca sağ salim çıkmıştı hiç kuşkusuz. Buna rağmen yaşadığı o tek kötü olay düşünme ve davranış biçimini değiştirmiş, *daha güvenli* araba kullanmaya çalışırken *daha riskli* araba kullanmasına yol açmıştı.

Büyük veri kümeleri elbette münferit anekdotlardan oluşur ama onları böylesine güçlü kılan da büyük olmalarıdır. Araştırmacılar çok sayıda farklı veri noktasını bir araya getirerek, sadece kendi sınırlı deneyimlerine bel bağlamış bireylerin göremeyeceği istatistiksel örüntüleri ve gizli gerçekleri yakalayabilirler. Buna rağmen bizi ikna eden istatistikler değil anekdotlardır çünkü veriler bizi duygulandırmaz ama hikâyeler duygulandırır. Hikâyelerin üzerimizdeki etkisi genel istatistiklerinkinden fazladır çünkü kendimizi hikâyedeki kahramanların yerine koyabilir, onlarla empati kurabiliriz. Verilerle empati kuramayız.

Piyango çekilişine katılmak, istatistik karşısında anekdotları yüceltmenin farklı bir biçimidir. Annemle babam kendimi bildim bileli çekilişe katılır. Kazı-kazan ya da ufak tefek şans oyunları için para harcamazlar. Hayatlarını değiştirecek boyutlarda para ödülü veren çekilişlere katılırlar. İkisi de parayı akıllıca kullanan tutumlu insanlar; buna rağmen yıllar içinde on binlerce doları çok daha verimli biçimde kullanabilecekken piyangoda çöpe atmış oldukları kesin. Ne zaman onlara bunu hatırlatsam annem hiç de inandırıcı olmayan "umut ve hayal satın alma" mantığıyla kendini savunur. Oysaki umutlar ve hayaller bedava.

Piyangoya katılan herkes gibi annemle babam da milyon dolarlık ödül kazanan hemşirelerin hikâyelerinden etkilenirler. Talihlileri televizyonda kazandıkları çeki alırken gördüklerinde *Bu ben olabilirdim!* diye düşünürler. Göremedikleri şeyse aldıkları piyango biletiyle ceplerinden birkaç dolar daha çıkmış olan mil-

yonlarca insandır. Anekdotun gücü galip gelir.

İnsanlar sosyal meselelerdeki konumlarını desteklemek için anekdotların gücüyle teyit yanlılığını sıklıkla bir araya getirir. Sosyal yardımın hükümet adına savurganlık olduğunu düşünüyorsanız düşüncenizi kanıtlayacak bir örneğiniz vardır muhtemelen. Şirketlerin çevre tahribatına aldırmadığını düşünüyorsanız şeytani sanayi kollarının sebep olduğu felaketleri sıralayabilirsiniz. Ulusal futbol liginde en iyi oyun kurucunun neden şu veya bu oyuncu olduğunu tam olarak açıklayabilirsiniz. Bunların hiçbirinin büyük bir veri kümesi ve istatistiksel analiz kadar gücü yoktur ama bir tartışmada çok daha ikna edicidirler. Çılgınca ama öyle.

Anekdotların verilerden çok daha güçlü olmasının sebebi yine zihnimizin sonlu matematik ve küçük sayılar dünyasında kısılı kalmış olmasıdır. Beynimiz, insanın hayatı boyunca topu topu birkaç yüz kişiyle temas ettiği bir gezegende evrildi. Atalarımızın gördüklerine ve başkalarından öğrendiklerine göre birtakım sonuçlar çıkarması, her şeyi bizzat yaşayarak öğrenmek zorunda kalmamaları açısından elzemdi. Türümüz şekillenmeye başladığında devlet politikalarının milyonlarca insanı nasıl etkilediğine ilişkin sorular henüz ortada yoktu. Günümüzde hesap kitap yapmak için kâğıt kalem (ya da bilgisayar) kullanıyoruz ama zihinden matematik problemleri çözebilsek bile beynimiz büyük sayıları gerçek anlamda kavrayamaz. On milyonla üç yüz milyarı akıldan çarpabilirsiniz ama herhangi bir şeyin on milyon katını gerçek anlamda *kavrayamazsınız*.

İlk insan toplulukları ancak birkaç yüz kişiden meydana geldiği için bunun ötesinde bir matematiksel kavramsallaştırmayı anlamamız gerekmiyordu. O nedenle bu yeteneğimiz gelişmedi. İnsan beyninin doğal olarak sadece üç sayıyı –*bir*, *iki* ve *çok*– anlamaya programlı olduğu dahi iddia edildi ve Güney Amerika'da yaşayan Pirahã yerlilerinin dilinde sadece bu üç sayıya karşılık gelen sözcüklerin olması da bu görüşü güçlendirdi. İnsanın –eğer varsa– hangi sayıları kapsayan bir zihinsel donanıma sahip olduğu hararetle tartışıladursun, insan beyninin matematiğe yönelik

tasarımının zayıf olduğu tartışma götürmez.

Bunun bedelini sık sık –ve piyangoda kelimenin gerçek anlamıyla– öderiz. Ama bilişsel kusurlarımızdan bir diğeri için ödediğimiz bedel daha da yüksektir.

Gençler Gençliğin Kıymetini Bilmez

Şu klişeleri bilirsiniz: Yaşlılar arabayı yavaş ve dikkatli kullanır, her zaman emniyet kemeri takarlar. Gençlerse direksiyon başında pervasız ve dikkatsizdir.

Bu iki ifade o kadar aşikârdır ki ne denli çelişkili olduklarını unuturuz. Önlerinde uzun bir hayat olan gençlerin, görüp görebilecekleri en ölümcül makineyi kullanırken daha dikkatli olması gerekmez mi? Peki ya azıcık kıymetli zamanı kalmış yaşlıların bir yere daha çabuk gitmek istemesi gerekmez mi?

Ne var ki bu muammada bir klişeden fazlası var; veriler de bunu destekliyor. Gençler gerçekten de en tehlikeli araba kullanan, emniyet kemerini en az takan ve araba satın alırken güvenlik önlemlerine en az dikkat eden sürücüler. Ayrıca gençlikte pervasızca araba kullanmak deneyimsizlikten kaynaklanmıyor çünkü çalışmalar, yaşça daha büyük olan acemi sürücülerin kaza yapmaktan kaçınma konusunda daha tecrübeli sürücülerle neredeyse eşit oranda başarılı olduğunu gösteriyor. Görünüşe göre kişiyi direksiyon başında temkinli ve dikkatli olmaya yönelten şey beceri değil yaş. Kiralık araba şirketleri bu gerçeği uzun zamandan beri bildikleri için genellikle yirmi beş yaşın altındaki müşterileri kabul etmezler. Eğer bütün mesele tecrübe olsaydı, sekiz-dokuz yıldan az tecrübesi olan sürücülere araba kiralamazlardı. Oysa riske değmeyeceğini düşündükleri tek grup genç sürücülerdir.

Bu olgu elbette araba kullanmanın çok ötesine geçer. Gençler hemen her konuda daha fazla risk alırlar. Tehlikeli ve yasadışı maddeleri daha fazla dener, seks sırasında daha az korunurlar. Bungee jumping, hava dalışı, kaya tırmanışı, BASE jumping gibi ekstrem sporlardan daha fazla keyif alırlar. Bu sporlar, gerekli gü-

venlik önlemleri alınsa dahi oldukça risklidir ve spor yapan kişide her koşulda, hissedilen yoğun heyecandan hiç değilse kısmen sorumlu olan bir tehlike *algısı* uyandırır. Psikologlar heyecan arayışını alışkanlık edinen kişilere bağımlı gözüyle bakar; bu insanlar tehlikeye eşlik eden adrenalin boşalmasına bağımlıdır.

Görünüşe göre gençler tehlikeye atılmaktan *keyif alırlar*. Bunun tezahürlerinden biri sigara içmektir. Gençler sigaranın ölümcül olduğunu bile bile sigaraya başlar. Aslına bakarsanız sigara içmek ilk başta çok *nahoş* gelir. İçtiğim ilk birkaç sigarayı hatırlıyorum da, boğazımda bir yanma hissetmiş, öksürmeye başlamıştım. Nikotinden başım dönmüş, midem bulanmıştı. Kimileri içtikleri ilk sigaranın "tadını çıkarırken" kusar. Ben de hoşuma gitmediği halde vazgeçmedim. Sigaraya alışmak için kendimi *zorladım*. Her sigarada işim biraz daha kolaylaştı ve sonunda bulantı yerini hafif bir gevşemeye bıraktı. Nihayet müptelası olmuştum ve sonrasında sigarayı bırakmak yirmi yılımı aldı. Tamamen bırakmamın üzerinden altı yıl geçtiği halde bir zamanlar başladığım için hâlâ kendime lanet okurum.

Tek bir sigara bile içmeden yirmi beşine gelmeyi başarırsanız, sonrasında başlama ihtimaliniz yok denecek kadar azdır. Hatta sigara içmeden yirmi bir yaşına gelmiş biri için bile, bundan sonra içmeyeceğini söylemek mümkündür. İnsanlar yaş kemale erince, sigara içmeye başlamak gibi aptalca bir şey yapmayacak kadar akıllanmış olurlar. Hele hele ilk tecrübe bu denli kötü olduğuna göre kim denemekten vazgeçmeyecek kadar mantıksız olabilir ki? Ben öyleydim, tıpkı milyonlarca başka çocuk gibi. O halde sorulması gereken soru *kim* değil de *niçin* olmalı.

Riskli davranışları anlamanın anahtarı bir başka temel gerçekte gizli: Bu davranışlar yalnızca gençlerde değil, aynı zamanda erkeklerde daha sık görülür. Genç erişkin erkekler nüfusun tehlikeli davranışlara en yatkın kesimini oluşturur ve bunun sebebi riskli davranışların kendisinden bile aptalcadır: Başkalarını etkilemek için aptalca şeyler yaparlar.

Gençler ve bilhassa erkekler –ama sadece onlar değil– "güç"

gösterisi yapmak için akla hayale sığmayacak riskler alırlar. Bunun ille de fiziksel anlamda bir kahramanlık olması gerekmez ama o da gayet mümkün tabii. "Güç gösterisi" terimi hayvan davranışlarıyla ilgili çalışmalardan gelir ve hayvanların yabana atılamayacak bir eş adayı ya da rakip olduklarını gösterme biçimlerine atıfta bulunur. *O kadar güçlüyüm ki bu tehlikeli işin üstesinden gelebilirim* demenin bir yoludur.

Sigara içme benzetmesini kullanırsak, bu davranışın altında, *o kadar sağlıklıyım ki son derece zararlı olduğu herkesçe bilinen bir şeyi yapsam da hayatta kalmayı başarıyorum* mesajı yatar. Genç erkekler sırf heyecan yaşamak için risk alıyor olsalardı, bunu yalnızken yaparlardı ama öyle yapmazlar (ta ki –konu sigara olduğunda– nikotin bağımlılığı gelişene kadar). Çılgınlık herkesin gözü önünde sergilenir. Seyirci ne kadar çoksa, o kadar iyi.

Güç gösterilerinin uzun bir evrimsel tarihi ve pek çok farklı türü var ama bizim konumuzla ilgili olanlar biyologların "bedeli yüksek işaretler" adını verdiği özel bir grup. Bunlar doğadaki gösterişçi cinsel seçilimin bazı dikkat çekici örneklerinde rol oynar. Sözgelimi tavuskuşunun muazzam kuyruğu ya da geyiğin heybetli boynuzları dişileri cezbetmekten başka işe yaramaz. Üstelik bunlar için yüksek bir bedel ödenir; böyle bir kuyruğu ya da boynuzu taşımak hayvana hem fazla kalori yaktırır hem de hızını ve hareket kabiliyetini azaltır. Bazı boynuzlu hayvanların boynuzlarını kendi aralarındaki kavgalarda kullandıkları doğru olsa da birçoğu bunu hiç yapmaz ya da pek nadiren yapar. Boynuzlar ve kuyruklar çoğunlukla gösteriş amaçlıdır; erkekler bu yolla dişilere ne kadar güçlü olduklarını gösterirler. Devasa bir kuyruk nasıl olur da güç gösterisine dönüşebilir? O muazzam şeyi, gittiğiniz her yere açlıktan ölmeden ya da öldürülmeden yanınızda götürmeyi deneyin bakalım.

Handikap ilkesine göre, cinsel seçilim kimi zaman, sağkalım açısından ayak bağı olan ve sırf erkeğin güç gösterisine hizmet eden gülünç özelliklerin evrilmesine yol açar. Bu kontrolden çıkmış seçilim örnekleri türün genel anlamda sağlığına ve yaşama

gücüne pek katkıda bulunmaz; peki o muazzam boynuzlar sırf gösteriş için mi yani? Evet ve işe yarar! Büyük ve gösterişli boynuzlar dişi geyiği kuvvetle cezbeder. Büyüklük önemlidir. Aynısı tavuskuşunun kuyruğu için de geçerli. Dişi tavuskuşları o kuyruğa bayılır.

Handikap ilkesini davranışlara uyarlamak biraz alengirli, insanlara uyarlamaksa daha da alengirli bir iştir. Ne var ki bunu yapmak için elimizde yeterince sağlam kanıt var. Çalışmalar genç kadınların, riskli ve özellikle de fiziksel güç gerektiren davranışlar sergileyen erkeklere karşı daha güçlü bir cinsel çekim hissettiğini doğruluyor. Aynı erkeği futbol oynarken ya da piyano çalarken gören genç kadınlar, o erkeği ilk durumda daha çekici buluyorlar.

Daha da çarpıcı olansa, erkeklerin risk alan benzer yaş grubundaki diğer erkeklerin davranışlarından etkilenmesi. Kalkış yarışı, uçurum dalışı yapmak ya da sigara içmek, bir delikanlının erkek arkadaş edinmesine ve bu arkadaşlıkları devam ettirmesine yardımcı olur. Evrimsel açıdan erkekler arası ittifak olarak nitelenebilecek bu durum, insan dahil sosyal türlerdeki hâkimiyet hiyerarşisinde bireyin kazandığı konumu güvence altına alması açısından çok kıymetli olabilir. Ve erkekseniz, hâkimiyet hiyerarşisindeki statünüz ne kadar yüksekse, üreme başarısı açısından şansınız o kadar fazladır. İnsan olarak bütün bunları aşmış olduğumuzu düşünmek isteriz ama bu bölümde anlattığım her şey lise yıllarını sağ salim atlatmış herkese tanıdık geliyor olsa gerek.

Genç erkekler tersine *daha az* risk alan kadınlara daha fazla cinsel ilgi duyar ve bu, erkeklerin risk almaya neden kadınlardan daha yatkın olduğunu açıklayabilir. Erkekler için risk almanın bir ödülü vardır ama kadınlar için yoktur. Bu düşünce, memelilerde erkeklerin nispeten gözden çıkarılabildiği, oysa dişilerin türün hayatta kalması ve başarısı açısından sınırlayıcı faktör olduğu görüşünü de destekler. Bu bakış açısıyla her dişi değerlidir; erkekler de genellikle temkinli ve dikkatli davranan dişileri çekici bulur ve böylece çocuklarının hayatta kalmasını güvence altına alırlar. Oy-

sa dişiler için erkeğin temkinli olup olmaması o kadar da önemli değildir, ne de olsa dişiler çocuklarına aktaracakları iyi genlerin peşindedir.

Bu elbette abartılı bir genelleme ama yaş ve riskten kaçınmayla ilgili klişeler gibi bu genellemede de doğruluk payı var. Şurası bir gerçek ki lise yıllarında kızları sporcular tavlar. "İneklerin" sporcular karşısında pek şansı yoktur, halbuki onların ileriki yıllarda gerçek hayatta başarıyı yakalama ihtimali muhtemelen daha fazladır. O zaman geldiğinde konumlar değişmiştir ama birçok kadın ve erkek artık üreme defterini kapattığından iş işten geçmiş olur. Son zamanlarda insanların daha ileri yaşlarda ana baba olmasının, genç erkekler arasında bedeli yüksek güç gösterilerini azaltacağını (ve akıllı, duyarlı genç erkekleri daha çekici hale getireceğini) düşünmek cazip görünse de bunun muhtemelen hızlı bir etkisi olmayacaktır. Bu boyutta bir evrimsel dönüşüm, kuşaklar boyu süren seçilim baskısı sonucunda, risk alanlar ile güvenli oynayanlar arasında bir genetik fark oluşmasını gerektirir. Bu faktörler olmadığı sürece, ergen erkeklerin bir müddet aptalca şeyler yapacağından emin olabilirsiniz.

Bu arızanın beynimizdeki önemli bir içerimi sigara içme, alkol tüketimi, uyuşturucu kullanma ve diğer riskli davranışları azaltmayı hedefleyen farkındalık yaratma programlarının pek çoğunda yaklaşımın tamamen ters tepmesidir. Bir lise öğrencisine uyuşturucuların risklerini anlatmak, onu uyuşturucu kullanmaktan caydırmak için en mantıklı yol gibi gözükse de muhtemelen ters teper. Uyuşturucuların riskli olduğunu anlatmak onları çocukların, bilhassa genç erkeklerin gözünde *daha da* çekici hale getirebilir. Ne de olsa yasaklanan şeyler insana daha cazip görünür. Genç erkeklerin primat beyni, tehlikeli ve yasadışı uyuşturucuları kullanmak için güçlü ve cesur olmak gerektiğini düşünür. Bundan daha ayan beyan bir bilişsel kusur olabilir mi?

Bitirirken: Azizler ve Günahkârlar

Bu denli kısa süre içinde en yakın akrabalarımıza zekâ açısından nasıl bu kadar fark atabildiğimiz sorusu evrimin en büyük gizemlerinden biridir. Sağkalım avantajı sağladığı için doğal seçilim tarafından tercih edildiği apaçık olsa da yüksek zekânın aslında bir türde evrilme ihtimali oldukça düşüktür.

Her şeyden önce, zekânın evrimleşmesi için kafatasının genişlemesi, beynin büyümesi, beyindeki alanlar arasında daha fazla bağlantı oluşması gibi değişikliklere yol açan birçok mutasyonun belli bir sıraya göre gerçekleşmesi gerekir. İkincisi, en azından memelilerde, dişi üreme sisteminin doğum sırasında yavrunun daha büyük olan kafatasına uyum sağlayabilecek şekilde değişmesi gerekir. Üçüncüsü, beyin aşırı enerji harcayan bir organ olduğundan, kendisini destekleyecek miktarda kalori sağlaması için organizmaya çok yüklenir. Örneğin insan beyninin enerji tüketimi, vücudun günlük enerji tüketiminin yaklaşık yüzde 20'sini oluşturur; bu, diğer herhangi bir organın tek başına harcayabileceğinden daha fazladır. Uzun zamandan beri var olagelen köpekbalıkları, at nalı yengeçleri ve kaplumbağalar gibi hayvan soylarında hiçbir zaman büyük bir beynin evrimleşmemiş olması, bunun ne denli maliyetli ve ihtimal dışı bir süreç olduğunun altını çizer.

Ama insanda, bütün maliyetine ve anatomik kısıtlılıklara rağmen büyük ve zeki bir beyin gelişti. Dolayısıyla bu ilk bakışta bir kusur değil, *iyi* tasarımın zaferi olarak görünür. Fakat daha yakından baktığımızda görürüz ki büyük ve güçlü beynimiz aslında belki de kusurların en büyüğüdür.

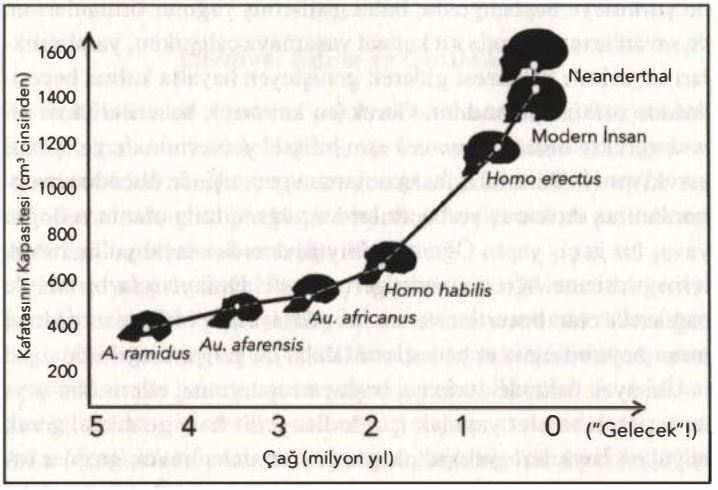
İnsan zekâsındaki gelişmenin ilk aşamasının, türümüzün şempanze soyundan ayrılmasını takip eden dört-beş milyon yıl içinde gerçekleştiği ve dikkat çekici biçimde bu dönemde daha karmaşık bir işbirliğine dayalı, daha büyük sosyal grupların oluştuğu konusunda antropologların çoğu hemfikir. Atalarımız iki ayak üzerin-

de yürümeye başladığında, balta girmemiş yağmur ormanlarının ve savanların sınırında kıt kanaat yaşamaya çalışırken, yaratıcılıkları sayesinde yelpazesi giderek genişleyen hayatta kalma becerilerinde ustalık kazandılar. Gerek bu karmaşık becerileri *icra etmek* gerekse onları *öğrenmek* için bilişsel yetilerinin de gelişmesi gerekiyordu. Türümüz, insan soyunun geçmişinde önceden programlanmış davranış ve becerilerden, öğrenilmiş olanlara doğru yavaş bir geçiş yaptı. Öğrenme büyük oranda sosyal yolla, bireylerin birbirine öğretmesiyle gerçekleşti. Dolayısıyla birbiriyle bağlantılı olan beceriler ve sosyal etkileşimler birlikte evrildi ve insan beynini mevcut becerilerini daha da geliştirmeye itti.

İki ayak üstünde durmaya başlayan atalarımız, ellerini bir şeyler taşımak ve alet yapmak için kullanabilir hale geldikçe, gerek büyüyen beyinleri gerekse oluşturdukları daha büyük gruplar sayesinde sosyal öğrenme süreçleri kolaylaştıkça, kendilerini daha karmaşık iletişim biçimlerinin ve işbirliğinin gelişmesi için son derece elverişli bir ortamda buldular. İşbirliği, bakış açısı benimsemeyi ve empati kurmayı gerektirir; sizinle gerçekten işbirliği yapabilmem için olayların sizin açınızdan nasıl göründüğünü hayal edebilmeliyim. İnsanların takım halinde etkin biçimde çalışabilmesi için, grubun her üyesi diğer üyelerin gördüklerini, düşündüklerini ve hissettiklerini az çok takdir edebilmelidir. Atalarımız işbirliği ve sosyalleşmeye çarpıcı bir boyut kazandırdılar ve güçlü zekâları bunda kritik rol oynadı. Ta ki...

Yaklaşık bir buçuk milyon yıl önce atalarımızda beynin büyüme süreci aniden dikkat çekici biçimde hızlandı. İnsan beyninin son bir milyon yıldaki büyümesi, ondan önceki beş milyon yıl içinde kaydettiği büyümenin iki katından fazlaydı. Bu hızlı değişimi kolaylaştıracak ne olmuştu?

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, atalarımızın beyin gelişimindeki hızlanmanın muhtemelen, hayatta kalmak için daha rekabetçi stratejiler benimsemelerine bağlı olduğunu gösteriyor. O dönemde benzer habitatlar ve kaynaklar için rekabet eden farklı hominid türleri vardı. Ayrıca bölgeleri çakışan farklı sosyal grup-



Atalarımızın kafatası kapasitesi son beş milyon yılın büyük bölümünde giderek arttı ama son bir buçuk milyon yılda bu artış hızlandı. Bu dikkat çekici hızlanma yeni, antisosyal rekabetçi stratejilerin gelişimini yansıtıyor olabilir.

lar arasında tür içi rekabet de söz konusuydu.

Hayvan grupları arasında rekabet yeni bir şey değil elbette ama atalarımız bu rekabete çarpıcı derecede yeni bilişsel becerilerle yaklaştılar. İşte bu noktada karanlık bir süreç başladı.

İnsanların rekabetçi davranışları düpedüz Makyavelist bir nitelik gösterir. Manipüle ederiz, kandırır, tuzağa düşürür, korkuturuz. Bunları yapmak için de işbirliğine hizmet eden becerilerin aynısını kullanırız: bakış açısı benimseme, bir başkasının bir sonraki hamlesini tahmin etme vs. Başka bir deyişle evrimsel tarihimiz boyunca etkileyici bilişsel güçlerimizi iyiye kullanırken daha sonra karanlık tarafa geçtik. Ve Anakin Skywalker'ın Darth Vader'a dönüşmesi gibi biz de *gerçek* güce o zaman sahip olduk.

Bu adaptasyonun evrimsel mirasını görmek için haber başlıklarına bakmanız yeterli. İnsanlar birbirlerine karşı akıl almaz boyutlarda şiddet uygulayabiliyorlar. Başkalarının acısını görmezden gelerek, acımasız bir kurnazlıkla birbirimizin kuyusunu kazı-

yoruz. İşin şaşırtıcı yanı, atalarımız böylesine acımasızlaşırken işbirliğine dayalı, prososyal (toplum yanlısı), hatta özgeci doğalarından ödün vermediler. Onlar her iki yönlerini de muhafaza ederek Dr. Jekyll ve Bay Hyde'lardan oluşmuş bir türe dönüştüler.

İnsan doğasındaki bu ikilik, insan deneyimine damgasını vurur. Göz açıp kapayıncaya dek sınırsız sevgi ve büyük fedakârlıklardan soğukkanlı cinayete, hatta soykırıma geçiş yapabiliriz. Sadece birkaç kuşak önce ABD'de ve diğer birçok ülkede, sevgi dolu bir baba ve eşine tapan bir koca olmasına rağmen başka insanları gaddarca köle olarak çalıştıran erkekler yaşıyordu. Milyonlarca insanı katleden Adolf Hitler söylendiğine göre Eva Braun'a karşı cömert ve nazik bir eşti.

Kelimelerin âciz kaldığı böylesi bir canavarlık ile sahici sevgi, bırakın aynı bireyi, nasıl olur da aynı türde bir arada var olabilir? Olabilir çünkü evrim, koşullara göre işbirliği ile rekabet arasında çabuk geçişler yapabilen atalarımızı ödüllendirdi. Bizler ileri derecede sosyal, işbirlikçi ve özgeci ama aynı zamanda acımasız, entrikacı ve kalpsiz bireyler olacak şekilde evrildik. Görünüşe göre kocaman beynimizin evrimini kolaylaştıran da bu ikinci gruptaki özellikler oldu. O yüzden bir dahaki sefere birinin zekâsını överken, onun bu denli zeki olabilmesi için acaba neyin –ya da daha doğrusu kimin– feda edilmesi gerekti, durup bir düşünün.

Sonsöz:
İnsanlığın Geleceği

İnsanın evrimi (duymuş olabileceklerinizin aksine) ne açılardan hâlâ devam ediyor? Neden bizimki de dahil bütün uygarlıkların kaderinde sonsuz bir döngü şeklinde birbirini izleyen çökme ve yeniden kurulma dönemleri var? Neden çok da uzak olmayan bir gelecekte sonsuza dek sağlıklı yaşayabileceğiz? Teknolojik gelişme nasıl bir yandan özyıkım olasılığımızı güçlendirirken bir yandan da bunu önlemek için gerekli imkânları bize verdi? Ve daha fazlası...

BU KİTAPTA insan vücudundaki kusurların sadece bir bölümünü inceledik. Muhtelif kusurlarımız arasındaki pek çok bilişsel yanlılıktan, DNA'mızla ilgili sayısız başka sorundan ve vücudumuzun işe yaramaz (ya da haddinden fazla karmaşık veya kolay bozulabilir olan) bir yığın parçasından bu kitapta söz etmedim. İnsanın bütün kusurlarını kapsayacak bir kitap bundan çok çok daha kalın ve bir o kadar da pahalı olurdu. Ne demek, rica ederim.

Yine de kusurlarımızdan ötürü kötü hissetmeyelim. Ne de olsa evrim rasgele mutasyonlar ve mükemmel olanın değil *en iyi uyum sağlayanın* hayatta kalması yoluyla işler. Yaşamda böylesine gelişigüzel bir yaklaşımla mükemmeliyeti yakalamak *asla* mümkün olmaz. Her tür, pozitif ve negatiflerin dengelenmesiyle var olur. Ne kadar harika olursak olalım, biz insanlar istisna değiliz.

Fakat mesele kusurlar olduğunda, insanın hikâyesi *benzersizdir*. Diğer hayvanlara göre daha kusurlu görünmemizin sebebi, çelişkili de olsa, aslında ilerleme sağlaması beklenen adaptasyonlardır. Örneğin diğer hayvanlar tek bir besin çeşidiyle yaşayabil-

diği halde, biz sağlığımızı korumak için çok çeşitli gıdalarla beslenmek zorundayız. Bunun nedeni atalarımızın temel gıdaların tekdüzeliğinden kurtulup, araştırmak, avlanmak, toplamak, kazmak ve farklı habitatlardaki düşünülebilecek her türlü besin kaynağından faydalanabilmek için ileri düzeydeki bilişsel güçlerini kullanabilmiş olmalarıydı. Kulağa *hoş* geliyor ama sorun şu ki atalarımızın zihinsel gücü arttıkça bedenleri tembelleşti. Zengin diyetlerinin çeşitliliği karşısında, bedenler daha önce ürettikleri birçok besin maddesini üretmekten vazgeçti. Böylece atalarımız zengin bir diyetin *tadını çıkarmaktan* zengin bir diyete *mahkûm olmaya* geçiş yaptı. Bu ise bu talihsiz bir geçişti. Başlangıçta açık bir üstünlük sağlayan özelliğimiz –açgözlü hepçiller olmak– zamanla bir kısıtlama haline geldi.

Aynı mantık insan anatomisi ve fizyolojisi için de geçerli. Birçok konuda beceri kazanan insan türünün fiziksel yapısı, evrimin şekil verdiği uzlaşıların sonucunda ortaya çıktı. Daha hızlı koşabilen, daha yükseğe tırmanabilen, daha derin kazabilen ya da daha sert vurabilen türler var ama insan özel çünkü bizler hem koşuyor hem tırmanıyor hem kazıyor *hem de* vuruyoruz. Çok usta olmasak bile elimizden hemen her şey geliyor. Yeryüzündeki yaşamı Olimpiyat Oyunları'na benzetirsek, insanın kazanacağı tek dal dekatlon olurdu. (Tabii satranç Olimpiyat sporu kabul edilmediği sürece.)

Vücudumuzla ilgili diğer sorunlar, atalarımızın evrimleştiği ortam ile şimdi yaşadığımız ortam arasındaki büyük farklılıklardan kaynaklanır. Bu farklılıklar obezite, ateroskleroz, tip 2 diyabet ve diğer pek çok bozukluğu içeren uyumsuzluk hastalıkları dediğimiz sorunlara neden olur. Çevresel uyumsuzluğa bağlı bu sorunların birçoğunun sebebi atalarımızın diyetinin bizimkinden farklı olmasından kaynaklanıyor ama Taş Devri'ndeki yaşamla şimdiki yaşamımız arasındaki bir diğer önemli fark teknolojiyle ilgili. Teknoloji bize bedenlerimizin getirdiği fiziksel sınırlamaların ötesinde bir hareket imkânı sağladığından tamamen avantajlı bir durum gibi görünür. Ne var ki bedenimize ne kadar az bel bağ-

larsak, vücudumuz adapte olmak ve evrilmek için o kadar az baskıya maruz kalır. Artık birçok sorunumuzu biyoloji yerine teknolojiyle çözdüğümüz için vücudumuzun dört başı mamur olmaması pek de şaşırtıcı değil.

Teknoloji kullanan tek tür insan değil elbette. *Teknoloji* sözcüğüyle, bir işi yaparken kullanılmak üzere oluşturulmuş yöntemleri, sistemleri ya da cihazları kastediyorum ve bu geniş kapsamlı tanıma göre pek çok hayvan teknolojiden faydalanır. Birkaç örnek verecek olursak, makaklar yemişlerin kabuğunu taşla kırarlar; şempanzelerse termit avlamak için kullanacakları sopaya şekil verirler. Türümüze gelince, ilk insanlar taştan yapılmış basit aletler kullanıyorlardı. Fakat milyonlarca yıldan beri kullanageldikleri aletleri kullanmaya devam eden makaklar ve şempanzelerden farklı olarak insanların taştan yapılmış aletleri icat etmesi, bizi diğer bütün hayvanlardan ayıran ve geri dönüşü olmayan yeni bir evrim türüne, kültürel evrime kılavuzluk etti.

Kültürel evrim, kuşaktan kuşağa aktarılan sosyal pratikleri, bilgiyi, hatta dilleri kapsar. Tabii ki hayvanlar da birbirlerinden bazı şeyler öğrenir, fakat insanlar kültür kavramını uç noktalara taşıdılar. Yaptığımız ve tecrübe ettiğimiz hemen her şey kültürün bir sonucu ve bu uzun zamandan beri böyle. Modern insanlar kayaları yontmaya, konut inşa etmeye ve sonunda ekip biçmeye başladıklarından beridir, biyolojik özelliklerden çok kültürel özelliklere göre başarılı ya da başarısız oldular.

Bir anlamda kendi evrimimizin dizginlerini elimize aldık ama kontrol gerçekten de bizde mi? Teknoloji ve kültür gelişmeye devam ederken bizi hangi değişimler bekliyor? Biyolojimizin ve kültürümüzün nasıl evrildiğini anladığımıza göre, bunları kendi irademizle manipüle ederek insanın kaderini belli bir amaç için kasten biçimlendirebilir miyiz? Yoksa geçen yedi milyon yıl boyunca olduğu gibi engel ve zorluklarla rasgele ve gelişigüzel mücadele etmeye devam mı edeceğiz? Kısacası, gelecekte türümüzü neler bekliyor?

Evrimimiz Durdu mu?

Bilim camiasından Sör David Attenborough gibi tanınmış bazı kişiler, insanın, uygarlık ve teknoloji açısından çok ileri bir noktaya geldiğini, öyle ki artık evrimsel kuvvetlerin etkisinden bütünüyle muaf olduğunu iddia ettiler. Bu iddiaya göre bizler artık evrilmiyoruz ve bundan sonra türümüzün biyolojisi, kendi isteğimizle geçireceğimiz ufak tefek değişimleri saymazsak üç aşağı beş yukarı aynı kalacak.

Bu iddiada doğruluk payı olabilir. Varoluşsal zorluklar evrim kuramının alametifarikası ve Darwin'i büyük keşfine götüren temel gözlemlerinden biriydi. Fakat bugün, bizden önceki binlerce kuşağa kıyasla bu zorlukların pek azıyla karşılaşıyoruz. Günümüzde dünyaya gelen insanların büyük çoğunluğu üreme çağına ulaşacak. Açlık, en azından gelişmiş ülkelerde nadir görülüyor. Modern tıp artık fiziksel yaralanmaların ve hastalıkların rutin olarak üstesinden gelebiliyor. Ölümüne kavgalar da artık ender yaşanıyor. Cinayetin cezası var. Hatta savaşlar bile büyük ölçüde azaldı. Bugün hayatta olan insanların çoğunu uzun, güzel bir hayat bekliyor.

Üstelik üreme bir zamanlar olduğu kadar rekabetçi değil. Fiziksel açıdan daha kuvvetli ve dayanıklı olanlar daha cazip eşler tarafından beğenilseler de bu illaki daha fazla çocuk sahibi olacakları anlamına gelmiyor. Zekâ, güçlü bir iş ahlakı ya da hoş bir dış görünüş de aynı etkiyi yaratıyor. Pleistosen'de yaşamış insanlar için görüş keskinliği, beceri, hız, dayanıklılık, zekâ, popülerlik, sağlık ve canlılık, sosyal statü ve hatta çekicilik, kişinin sahip olduğu çocuk sayısı ve çocuklarının başarısı üzerinde doğrudan etkiliydi. Oysa günümüzde, ister sosyal ister profesyonel hayatta olsun, başarılı olmak genellikle kişinin geride daha fazla çocuk bırakacağı anlamına gelmiyor. Hatta birazdan açıklayacağım gibi, aslında daha az çocuk bırakacağı anlamına geliyor olabilir! Önemli tıbbi sorunlar ve sınırlamalar bile başarılı çocuklara sahip olma

ihtimalini kendiliğinden azaltmıyor. Yani doğal seçilimin olağan kuvvetleri büyük ölçüde etkisiz hale geldi.

Doğal seçilim artık bizi biçimlendirmiyor olabilir ama evrim hâlâ işbaşında. Bir türde zaman içinde meydana gelen her türlü genetik değişim evrim kapsamına girer. Hayatta kalma ve üreme sürecinde kazananlarla kaybedenler arasında seçim yapan doğal seçilim bir türün evrilmesinin yollarından sadece birisidir. En çok aklımıza gelen o olsa bile aynı derecede güçlü başka evrimsel kuvvetler de var. O halde insanlar doğal seçilimin gazabından kurtulmuş olsalar da bizim için evrim sona ermiş değil.

Bir tür, üreme rasgele olmadığında evrilebilir. Eğer belli bir grup diğer gruplara göre daha fazla çoğalıyorsa, bir sonraki kuşağın gen havuzuna daha fazla katkı sağlar. O gruptaki doğuştan gelen farkın genetik bir bileşeni olduğunu varsayarsak, bu demografik değişim o türde, bir genetik değişikliğin yavaş yavaş yerleşmesini sağlayarak evrimi kaçınılmaz hale getirir.

İnsan nüfusunda böyle olduğunu biliyoruz çünkü bazı gruplar gerçekten de diğerlerine göre daha hızlı çoğalıyor. Her şeyden önce, gelişmiş ülkelerde zaten çok düşük olan doğum hızı düşmeye devam ediyor. Japonya'nın nüfusu giderek azalıyor. İtalya, Fransa ve Avusturya gibi bazı Batı Avrupa ülkelerinin nüfusu için de, göçler söz konusu olmasaydı aynı şey söylenebilirdi. Yani Japonların ve etnik Orta ve Batı Avrupalıların, türümüzün gelecekteki gen havuzuna olan katkısı gittikçe azalıyor.

İkincisi, gerek gelişmiş gerekse gelişmekte olan ülkelerde, bazı insanlar diğerlerine göre daha fazla çoğalır. Bu rasgele değildir; yüksek sosyoekonomik statüye sahip olan kesim, eğitime ve doğum kontrolüyle ilgili kaynaklara daha rahat erişebilir ki bunların her ikisi de daha küçük aile yapısıyla bağıntılı olma eğilimi gösterir. Bu kesimden insanların pek çoğu üremekten tamamen vazgeçer. Bunun sonucunda düşük sosyoekonomik düzeye sahip kesim, varlıklı ve eğitimli kişilere göre daha fazla çocuk dünyaya getirir. Bu da bir nevi evrim olarak düşünülebilir.

Ekonominin yanı sıra din, eğitim düzeyi, kariyer, aile geçmişi,

hatta politik görüşler dahi üreme hızını etkiler. Batı'da üremeyi etkileyen bu faktörlerin birçoğu, eşitsizliği güçlendiren ve uzun bir geçmişe sahip olan ırksal baskı ve süregiden sosyal ve politik yapılardan ötürü çeşitli ırklarda ve etnik gruplarda eşit dağılım göstermez. Bu yüzden Kuzey Amerika'da ve Batı Avrupa'da yaşayan Afrika ve Latin Amerika kökenli insanlar, göçmen olmayan beyazlara göre daha fazla çocuk dünyaya getirme eğilimi gösterir. Fakat bu eğilimin kendisi de her yerde aynı olmadığı ve büyük bölgesel farklılıklar gösterdiği için, söz konusu evrimsel baskıların insan türünü toptan yönlendirip yönlendirmediğini öngörmemiz neredeyse imkânsızdır. Neticede eğilimlerin kendileri de akışkandır.

Asya'daki üreme örüntüleri de bölgeden bölgeye çok değişir. Çin'de, Japonya'da, Hindistan'da ve Güneydoğu Asya'nın büyük bölümünde kalabalık ailelere rastlanmaz. Oysa Pakistan, İran ve Afganistan gibi ülkelerde doğum hızları çok yüksektir.

Zamanla türümüzün etnik yapısını değiştirecek olan doğum hızlarındaki bu farklılıklar aynı zamanda çeşitli etnik gruplarda üreme başarısının rasgele olmadığını kanıtlar, buysa evrimin bir önkoşuludur. *Sağkalım* farklılığı en azından gelişmiş Batı dünyasında önemli bir etken olmasa bile *üreme* farklılığı kesinlikle öyledir. Bu farklılıkların bilinçli üreme seçimlerine bağlı olup olmaması bir şey değiştirmez; üreme başarısı yine de eşit değildir. Bu ise evrim demektir.

Bütün bunlar bizi nereye götürüyor? Söylemesi zor ama bir zamanlar birbirinden belirgin biçimde yalıtılmış olan ırkların ve etnik grupların bugün, hiç olmadığı kadar yakın temas halinde bulunduğunu ve gruplar arası evliliklerin giderek arttığını vurgulamak lazım. Bu durum insan türünün, birkaç yüz bin yıl önce Afrika'nın bir köşesinde ortaya çıkmasından sonra ilk kez tek bir melez topluluğa dönüşmesine yol açabilir. Bu olasılık dışında kesin olarak söyleyebileceğimiz sadece şu: Yaşamda değişmeyen tek şey değişimin kendisi. Bunun ne kadar doğru olduğunu anlamak için yıldızlara bakmanız yeterli.

Doğanın Elinden Gelenin En İyisi Biz miyiz Sahiden?

Enrico Fermi modern nükleer fiziğin en önemli isimlerinden biridir. Dahil olduğu pek çok programdan biri, atom bombasının kritik bir bileşeni olan zincirleme nükleer reaksiyon için uygun koşulların oluşturulmasına yardım ettiği Manhattan Projesi'ydi. İlk bombanın on yıldan kısa süre önce yapılmış olduğu Los Alamos'a ziyareti sırasında Fermi yemek masasında Edward Teller ve diğer biliminsanlarıyla sohbet ediyordu. 1950'lerdeki uzay yarışının zirvede olduğu dönemdi, ışık hızına yaklaşmanın önündeki fiziksel ve teknik engelleri tartışıyorlardı. Sonunda masadakilerin çoğu bu denli hızlı bir ulaşımın günün birinde gerçekleşeceği konusunda fikir birliğine vardı ve sohbetin odağı, bunun olup olamayacağından çok ne zaman olacağına kaydı. Sofradakilerin çoğu asırlar değil, on yıllar içinde bu hıza ulaşılacağını düşünüyordu.

Birdenbire Fermi bir peçetenin üzerinde, galaksimizin Dünya benzeri milyonlarca gezegen içerdiğini gösteren birtakım hesaplamalar yapıverdi. Mademki yıldızlararası yolculuk kuramsal olarak mümkündü, o zaman "Herkes nerede?" sorusu çıkıverdi ağzından.

Fermi'nin o gün yemekteki sohbet sırasında fark ettiği şok edici gerçek, evrende doğal olmayan radyo dalgalarının ürkütücü yokluğuydu. O ve diğer biliminsanları yıllardır kozmostaki elektromanyetik dalgaları analiz ediyorlardı. Çok ama çok uzaklardan, milyonlarca, milyarlarca ışık yılı öteden sinyaller almışlardı. Ama yalnızca yıldızlardan ve diğer gök cisimlerinden gelen düzenli, tekrarlayan sinyaller duymuşlar, bir iletişim biçimi olabilecek hiçbir şey işitmemişlerdi.

Bunu anlayalı altmış yıldan uzun zaman oldu ve henüz ne yıldızların, gezegenlerin, kuasar ve nebulaların arka plan vızıltısı dışında bir şey duyabildik ne de –bildiğimiz kadarıyla– uzaylılar tarafından ziyaret edildik. Bu da bizi şu rahatsız edici soruyla baş başa bırakıyor: Evrendeki tek akıllı yaşam biçimi bizsek, bu bize

öncelikle yaşam ve ikinci olarak da *kendimiz* hakkında ne söyler?

Fermi, evrenin milyarlarca yıldan beri var olduğunu ve milyarlarca galaksi içerdiğini biliyordu. Alelade bir sarmal galaksi olan Samanyolu'nda bile yüz milyonlarca yıldız bulunur ki bunların her birinin yörüngesinde akıllı yaşam barındıran bir gezegen dönüyor olabilir. Dahası fosil kayıtlarına bakarak yeryüzünde yaşamın, koşullar uygun hale gelir gelmez başladığını anlıyoruz. Dünya soğuduktan sonra çok geçmeden filizlenen yaşam karmaşık organizmalara doğru evrilmeye başladı. Buna göre, canlılığın olmadığı bir gezegende, doğru sıcaklık ve kimyasal bileşim sağlandığında yaşam evrilebilir olmakla kalmayıp *evrilecektir*.

Evrenin enginliği, Dr. Frank Drake'in, evrende kaç uygarlık bulunduğunu tahmin etmek için geliştirdiği Drake denklemi olarak bilinen formüle ilham vermişti. Drake denklemi evrendeki galaksi sayısı, galaksi başına düşen yıldız sayısı, yeni yıldız oluşum hızı, gezegeni olan yıldızların yüzdesi, yaşanabilir (suyun sıvı halde bulunduğu) bölgedeki gezegenlerin oranı, yaşamın ortaya çıkma olasılığı, yaşamın zeki varlıkların uzaya sinyal gönderme becerisine sahip olacak denli gelişmiş olma şansı gibi pek çok değişken içerir. Bunların hiçbiri tam anlamıyla bilebileceğimiz değişkenler olmasa da güncel bilgiler ve olasılık yasalarından faydalanarak hepsi hesaplanabilir. Drake denkleminin işe yarayıp yaramadığı çok tartışmalı olmakla beraber, bazı güncel hesaplamalar evrende yetmiş beş milyon civarında uygarlık bulunduğunu öngörüyor. Evrenle ilgili bilgimiz arttıkça bu tahminler de sürekli değişiyor elbette.

Milyarlarca yıldız ve gezegeni kapsayan Drake denklemi daha telaffuz edilmeden Fermi evrenin yaşamla dolu olması gerektiği sonucuna varmıştı. Dahası, uzaylı uygarlıklar teknolojik açıdan bizden çok daha ileri seviyede olabilirdi. Bilimkurgu filmlerinin çoğunda uzaylılar bizden sadece birkaç yüzyıl ileride görünür; oysa evren neredeyse on dört milyar yaşında ve yıldızlarla gezegenler bu sürenin büyük bölümünde zaten vardı. Görece genç olan Güneş sistemimiz ise 4,6 milyar yaşında. Teknolojik açıdan

bizden *milyarlarca* yıl ileride olan uygarlıklar olabilir. Biz nasıl şehirlerarası yolculuk yapıyorsak, onlar da muazzam mesafeleri aynı şekilde kat ediyor olabilirler.

Enrico Fermi'nin, Fermi paradoksu olarak bilinen sorusu şöyle özetlenebilir: "Bizimki kadar yaşlı ve uçsuz bucaksız bir evrende uzaylı uygarlıklardan neden hâlâ ses yok?" Henüz yanıtı verilmemiş bu sorunun birçok açıklaması olabilir.

Olası açıklamalardan birine göre, uzaylı uygarlıklar bizden itinayla saklanıyorlar. Bu görüşün uç noktaya varan ifadesi, gezegenimizin etrafına inşa edilmiş bir tür koruyucu kürenin, dünyadışı uygarlıklardan gelen gürültüleri geçirmeyip arka plandaki kozmik sinyallerin geçmesine izin verdiğini iddia eden planetaryum hipotezidir.

Onları duymamızı engelleyebilseler (ve bunu isteseler) bile uzaylı uygarlıklar bizi duyabiliyor olmalılar. Ne de olsa 1930'lardan beri uzaya durmadan radyo dalgaları gönderiyoruz. Yıllardan beri dört bir yana ışık hızında ilerleyen yayınlarımız birkaç saat içinde Güneş Sistemi'nden çıkıp başka yıldızlara ve gezegenlere ulaşıyor. Dünya'dan on ışık yılı mesafeye kadar en az dokuz, yirmi beş ışık yılı mesafeye kadarsa en az yüz yıldız var. Her ne kadar sinyallerimiz böyle uzak mesafelere eriştiğinde çok zayıflamış olsa da, ileri bir uygarlığın civardaki yıldızlardan ve galaksilerden gelen sinyalleri izleyecek kadar gelişmiş olmasını bekleriz. Varlığımızdan haberdar oldukları gibi hakkımızda epey bilgi sahibi olmalılar. (Acaba o yüzden mi gelen giden yok!)

Bir diğer açıklamaysa varsayımlarımızın yanlış olduğu ve yaşamın evrende son derece nadir görüldüğüdür. Belki de Dünya üzerinde yaşamın hızla filizlenmesi inanılmaz derecede olasılık dışı bir şanstı ve bu denli şanslı olan diğer nadir yerler bize o kadar uzak ki radyo sinyallerinin oralara ulaşmaya zamanı olmadı. Buna karşılık Samanyolu'ndaki komşu bölgelerde, Dünya'nınkine benzer bir kimyayı sürdürmek için gerekli en uygun sıcaklık aralığında kalan yüz binlerce gezegen olduğunu biliyoruz. Dünya ile aynı sıcaklık aralığında yer alan, onunla aynı kimyasal bileşime

sahip olan gezegenler evrende oldukça yaygın görülür. Bu gezegenlerin neye benzediğine dair yeterli bilgimiz olmakla birlikte, yaşamın başladığı dönemde Dünya'nın herhangi bir açıdan özel olduğunu düşündürecek bir sebep de yok.

Olası açıklamalar içinde belki en sıkıcı olan, bütün bilimkurgu kitap ve filmlerinin yanıldığı, yıldızlararası seyahatin önündeki engellerin ne yaparsak yapalım aşılamayacağıdır. Yıldızlar birbirine çok uzak ve şimdilik ışık hızını aşmanın, hatta o hıza yaklaşmanın yolunu bilmiyoruz. Nitekim Fermi de sorusunu, insanların on yıl içinde ışık hızına yaklaşan araçlar geliştirme olasılığının tartışıldığı bir sohbet ortamında sormuştu. Fermi'nin tahmini yüzde 10'du. O günden bu yana altmış beş yıldan uzun zaman geçmiş olmasına rağmen ışık hızına yakın hızlarda yolculuk yapmaya o günkünden daha yakın değiliz. Bunun herhangi bir çözümü *yoksa* ve mümkün olanın en iyisi standart jet itişiyse, evrendeki uygarlıklar sonsuza dek birbirinden yalıtılmış kalmaya mahkûm demektir. Biz yıldızlara melül melül bakarken diğerleri de bize bakıyor olacak ama birbirimize gerçek anlamda asla kavuşamayacağız.

Peki ama yine de neden en azından sinyallerini duymuyoruz?

Benim gibi pek çok biliminsanını endişelendiren açıklamaysa daha da karanlık bir olasılığı dile getiriyor: evrende yaşamın görece yaygın olduğu ama birbiriyle kesişmeyen–ya da çok nadiren kesişen– akıl almaz derecede muazzam zaman ölçeklerinde bir görünüp bir kaybolduğu olasılığını. Bir başka deyişle orada bir yerlerde bulunmayı bekleyen gelişmiş uygarlıklar yok çünkü çoktan yok oldular. Ve büyük olasılıkla bizi bekleyen de aynı kader: gelişimsel iç patlama.

Düşünsenize, insanlar kendi sanayileşme süreciyle ihtilafa düşmüş durumda. Yenilenemez (ya da çok yavaş yenilenebilir) kaynakları sürdürülebilir olmayan biçimde tüketiyoruz. Kömür, petrol ve doğalgaz sonlu kaynaklar. Geriye kalan miktar hâlâ çok olsa bile *sonsuz* değil. Soluduğumuz oksijenin büyük bölümünü üreten ve karbondioksitin büyük bölümünü kullanan yağmur ormanlarını tarım arazisine dönüştürüyor, imara açıyoruz. Nüfusu-

muz öyle hızlı artıyor ki gezegenden gittikçe daha fazla gıda elde etmek için uyguladığımız bütün yakıp yıkma politikalarına rağmen, bir kuşak sonra bu yiyeceğin herkese yetip yetmeyeceği cidden şüpheli. Bu arada iklim değişikliği sahil şeridindeki başlıca yerleşim alanlarını tehdit ediyor, bazı okyanus ekosistemleri tamamen çöktü ve gezegenin bütününde biyoçeşitlilik hızla azalıyor. Hemen hemen sadece kendi eylemlerimizin sonucu olan bir kitlesel yok oluşun ortasındayız. Dibe vurmadan önce her şey daha ne kadar kötüye gidebilir ki?

Daha da beteri, geçmişte bir müddet caydırıcı rol oynayan kitle imha silahları, bizi her an felakete sürükleyebilecek olan karşılıklı imha tehdidini hortlattı. Radikal mesihçi ve kıyametçi ideoloji mensupları bu caydırıcı etkiye kayıtsız kalabilirler; günün birinde sonumuzu getirecek silahı ellerine geçirmeleriyse kaçınılmaz görünüyor. Onları bu silahı kullanmaktan kim alıkoyacak? Dahası, kaynaklar azaldıkça çatışma başlar. Çatışma içimizdeki kötülüğü açığa çıkarır; dolayısıyla ekonomik ve soğuk savaşların bizi sonunda sıcak savaşa götüreceğine ve hiç olmadığı kadar yüksek bir bedel ödeyeceğimize kesin gözüyle bakabiliriz.

Bu tehlikelere bir de insanlığı her an vurabilecek olan salgın tehdidini ekleyin. İnsan nüfusunun yoğunluğu o kadar arttı ki bulaşıcı hastalıklar orman yangını gibi hızla yayılabilir. Dünyanın bir ucundan diğer ucuna gitmenin ne denli kolay olduğunu da düşünürsek felaket senaryosu yazmak hiç de zor değil.

Sözünü ettiğimiz etkenler başka etkenlerle de birleşince bu trajedilerden birinin er geç başımıza gelme riski artar. Tarım arazilerinin yetersiz kalması gıda fiyatlarını artırır. Enerji kaynaklarıyla ilgili sıkıntı *her şeyin* fiyatını artırır. Fiyatların yükselmesi çatışmaya ve huzursuzluğa yol açar ve bu da diktatörlerin yükselişine hizmet eder. Küresel ısınmanın etkileri az gelişmiş bölgelerde en yoğun hissedileceğinden bu ülkelerin sorunları daha da artacaktır. Yağmur ormanlarının istilası devam ettikçe uykuda olan virüsler uyanacak ve karşısında yoğun nüfusa sahip yeni bir konakçı bulacaktır. Bütün parçaları birleştirdiğimizde ortaya ka-

ranlık bir tablo çıkıyor. Felaketimize doğru adım adım ilerliyor muyuz yoksa?

Gelecek yüzyılda türümüzün başına dert açabilecek kadar ciddi binlerce sorun hayal edebiliriz ama bulunduğumuz noktada *Homo sapiens*'in soyunun tükenmesi pek olası görünmüyor. İnsanlar gezegenin her yerinde yaşadığına göre, bizi bekleyen hangi kriz olursa olsun, onu aşacak sağduyuya, azme ve şansa sahip birileri her zaman çıkacaktır. Gidişatımıza yeni bir yön vermediğimiz takdirde büyük çaplı bir ekonomik ve politik çöküş muhtemel elbette. Ama bu yıkıcı iç patlama kitlesel ölümlere, büyük acılara, teknolojide ve gelişmemizde muazzam bir gerilemeye yol açsa bile bazı insanların bu kıyamet senaryosundan sağ çıkıp türün soyunu devam ettireceğine şüphem yok.

Bir tür olarak karşı karşıya olduğumuz riskler –tamamen kendi hırsımıza atfedilebilecek tehlikeler– evrenin normal işleyişi olabilir. Başka bir gezegende de yaşam varsa, doğal seçilimin o gezegendeki yaşamı da az çok bizimkine benzer şekillendirdiğini varsaymak makul görünüyor. Çünkü doğal seçilim basit mantığın bir uzantısıdır: Hayatta kalan ve başarıyla üreyenler geride, bunu yapamayanlardan daha fazla yavru bırakır. Bir başka gezegende her şey (ve herkes) yüzeyde ne kadar farklı görünürse görünsün, yaşamın orada farklı işleyebileceğini hayal etmek zor. Ne var ki disiplinli özdenetim, uzun vadeli öngörü, yaygın bir diğerkâmlık, cömertçe bir özveri, hatta irade kadar basit bir şeyin evrimini dahi şimdiye kadar ne görebildik ne de maalesef öngörebildik. Bugüne dek asla evrimin bir-iki kuşaktan ötesine yönelik plan yapabildiğine şahit olmadık.

Evrim bizi büsbütün bencil kıldı. Tabii ki sosyal bir tür olarak çocuklarımızı, kardeşlerimizi, ana babamızı ve diğer yakınlarımızı kapsayan genişletilmiş bir benlik anlayışımız var. Çocuklarımız için özveride bulunuruz çünkü onları "kendi" parçamız olarak görürüz. Fakat bu genişletilmiş benlik algısının sınırları var. Kardeşlerimiz, hatta arkadaşlarımız "bizden" olabilir ama yabancılar öyle değildir. Belki grubu biraz daha genişletip aynı ırktan,

aynı dinden, aynı ulustan insanların "biz" kapsamına girdiğini söyleyebiliriz ama bu yine de "onlar"ı dışarıda bırakır. Ana babalık sevgisi nasıl geliştiyse, "bizden" olmayanlara karşı hissettiğimiz nefret ya da korku da aynı şekilde evrildi. Bu, bütün sosyal memeliler için geçerli; o yüzden yaşamın bir başka gezegende de aynı mantığı izleyeceğine inanmak için her türlü sebebimiz var.

Uzaylıları hiç görmemiş, duymamış ya da onlarla hiç iletişim kurmamış olmamızın sebebi bencillik, teknolojik ilerleme ve durumlarını daha da vahim kılan bir yığın etkenden ötürü kendi güneş sistemlerinin dışına çıkmaya fırsat bulamadan uygarlıklarının çökmüş olmasıdır belki de. Bizler uzayda yolculuğun sırlarını çözmeye, sonsuz bir kaynak olan güneş enerjisini kullanmaya, vücudumuzu süresiz sağlıklı tutabilmeye bu kadar yaklaşmışken, felaketimiz olacak bir çöküşe de aynı derecede yakın olabiliriz. Belki de evrenin tarihi boyunca aynı senaryo kendini tekrar edip duruyordur: Bir uygarlık tam o kritik adımı atacakken, ani bir düşüşle (eğer şanslıysa) tarıma dayalı günlere geri dönüp her şeye sil baştan başlıyordur.

Evrimsel tasarımımızı düşündüğümüzde, bizi bekleyen çöküş kaçınılmaz olabilir. Arzularımız, içgüdülerimiz ve dürtülerimiz, uzun vadeli planlar yapmayan doğal seçilimin bir sonucu. Evrenin ve biz dahil bütün türlerin doğal hali kaos, ölüm ve yıkımdır belki de. Efsanevi bilimkurgu yazarı Arthur C. Clarke'tan bir alıntıyla bitirelim: "İki olasılık var: Evrende ya yalnızız ya da değiliz. İkisi de aynı derecede korkutucu."

Ölümsüzlüğe Dokunabilecek Kadar Yakın mıyız?

Ölüm her canlı için hayatın bir gerçeği ve insan da istisna değil. Buna rağmen insanlık ezelden beri saplantılı bir şekilde ölümü, onu nasıl engelleyebileceğini ya da en azından nasıl geciktireceğini düşünüyor. Yazılı en eski hikâye olan *Gılgamış Destanı* kahramanın ölümsüzlük arayışını anlatır. Batı'da felsefe taşı, Gençlik Pınarı ve Kutsal Kâse efsaneleri ölümsüzlüğün sırrını merkez alır.

Doğu'ya baktığımızda, Hinduizmdeki yaratılış mitleri (Amrita iksiri), Çin tıbbı (doğaüstü Reishi mantarı), Zerdüştçülük (kutsal içecek Soma) ve diğer pek çok hikâye ölümsüzlük vaat eden sihir ekseninde döner. Hatta efsaneye göre tanrıların içeceği olan *nektar*, Yunancada ölümü (*nek*) yenmek (*tar*) anlamına gelir.

Ölümden kurtulamıyorsak bile hiç değilse yıpratıcı etkilerinden kaçınabiliriz. Mitolojilerin ve dinlerin çoğunun merkezinde ölümden sonra hayat kavramı yer alır; yaşadığımız hayattan başka hayat olmadığına ve kaybettiklerimizi bir daha asla göremeyeceğimize inanmayı reddetmek gibi gayet insani bir tepkiden doğan bir soyutlamadır bu. Fakat ironiye bakın ki, bir hayli yaygın kabul gören ölümden sonra hayat inancı, ölümsüzlük arayışını pek de baltalamamıştır. (Juan Ponce de Léon'un, ölümsüzlük vaat eden Katolik Kilisesi'ne olan bağlılığının, Gençlik Pınarı'nı bulma arzusunu zerre kadar azaltmamış olması tuhaf değil mi?)

Teknoloji –o zamanlar tıp ve simya, modern çağdaysa mühendislik ve bilgisayar teknolojisi– ağırlıklı olarak ömrü uzatmaya odaklandı. Ölümsüzlük her zaman en büyük ödül olageldi; kâhinler, krallar, kahramanlar, ilahlar ve maceracılar ölümsüzlük arayışında inanılmaz tehlikelere atıldı. Ve ebedi yaşam belki de ilk kez bugün dokunabileceğimiz kadar yakın.

Bilim, yaşlanmanın altında yatan mekanizmaları aydınlatmaya uğraşıyor. Biyolojinin her alanında olduğu gibi süreç düşündüğümüzden çok daha karmaşık. Yaşlanmayla ilgili ilk çalışmalar, DNA ve proteinlerde meydana gelen rasgele hasar birikiminin yaşlanmaya sebep olduğunu gösteren cesaret kırıcı gerçeği açığa çıkardı. Cesaret kırıcı diyorum çünkü rasgele hasarı önlemek çok zordur. Modern tıbbın hasarlı dokuyu onarma becerisi, vücudun kendi kendini iyileştirme becerisinin yanında komik kalır. Kendi bedenimiz bile birikimsel moleküler hasarın saldırısını durdurmanın yolunu bulamıyorsa, nasıl bir umudumuz olabilir ki? Elimizdeki aletlerle, mikroölçek değil *nano*ölçek düzeyindeki bu hasarı, onarmak şöyle dursun, tespit etmek bile çok zor.

Bununla birlikte ömrü uzatmaya yönelik tamamen farklı stra-

tejiler geliştiriliyor. Öncelikle, bilim akıllıca bir iş yaparak hekimlerin hücresel hasarı onarabileceği fikrinden vazgeçti. Çabalar büyük ölçüde kök hücrelerin nasıl çalıştığını ve amaca uygun kullanılıp kullanılamayacağını anlamaya odaklandı. Kök hücreler, vücutta bulunan bir doku yenileme sistemidir. Sayıca az olmalarına karşılık stratejik olarak çoğu organa dağılmış halde bulunan kök hücreler göreve çağrılana dek genellikle uykuda kalırlar. Yaralanma, hastalık ya da mutasyon nedeniyle özelleşmiş hücrelerde kayıp olduğu zaman kök hücreler harekete geçip çoğalarak ikame hücreler oluştururlar, ardından bunlar da farklılaşarak özelleşmiş hücrelere dönüşür ve faaliyete geçer.

Biliminsanları inceledikleri her dokuda kök hücre buluyorlar; anlaşılan vücudumuzun kendini yenileme kapasitesi düşündüğümüzden de fazla. Bir zamanlar her insanın hayatı boyunca sahip olacağı sayıda nöronla dünyaya geldiği, yaşlanan erişkinlerdeki tedrici nöron kaybının kaçınılmaz ve geri dönüşsüz olduğu kabul edilirdi. Oysa artık beyinde, belli durumlarda kaybedilen ya da hasar gören nöronların yerine yenisini koyabilecek nöronal kök hücreler bulunduğu anlaşıldı. Her ne kadar kaybedilen nöronda depolanan enformasyon sonsuza kadar yitirilmiş olsa da, görünüşe göre beyinde yeni nöronlar oluşabiliyor.

Bu yüzden kök hücreler biyomedikal alanda çalışan biliminsanlarının insan ömrünü süresiz uzatma çabasının yollarından birini teşkil ediyor. İnsan kök hücrelerini nasıl çoğaltacaklarını bulup hücre hasarına karşı girdikleri bu yarışı kazanırlarsa gerçekten de çok daha uzun yaşama şansımız olabilir.

Ama insan ömrünü uzatmak için, daha çok bilimkurgudan esinlenen başka yollar da deneniyor. Doku ve organ nakliyle ilgili teknolojiler o kadar hızlı gelişiyor ki doktorlar yakında insanda kafa naklini deneyecekler. Gerçi bireyin kişiliği, anıları ve bilinci bütünüyle beyinde bulunduğu için bu işlem aslında beden nakli olarak düşünülmeli. Eğer bu nakiller başarılı olursa ve beyin dokusu canlı ve işlevsel tutulabilirse kafayı bedenden bedene naklederek bir insanı süresiz yaşatabilirsiniz. (Bedenlerin nereden gel-

diği meselesine hiç girmeyelim.)

Daha da fütüristik ama belki daha gerçekçi bir olasılık ise sürekli geliştirilmekte olan ksenobiyotik ve sentetik biyonik implantlar. Antikçağda yaraları at kılıyla diken, ortaçağda kaybedilen uzuvlar yerine kanca ve tahta bacak kullanan insan, uzun zamandan beri biyolojik sınırlamaları sentetik alternatiflerle aşmanın yollarını arıyor. Çalışmayan kalp kapakçıklarını değiştirmek için daha önceleri domuz kalbinden alınmış kapakçıklar kullanılırken, yakın zamanda alıcılarından daha uzun ömürlü olan yapay kapakçıklar kullanılmaya başladı. Dahası biliminsanları, biyolojik organın bütünüyle yerini tutabilecek bir yapay kalp geliştirdiler.

Yapay kalple ilgili güncel sınırlamalar alıcıların daha kalıcı bir çözüm için beklemek zorunda olduğu anlamına geliyor; ama kalp nakli için beklerken, kalbin pompalama işlevini neredeyse bütünüyle üstlenen sol ventrikül destek cihazıyla (LVAD) yıllarca yaşamış insanlar var. Elli-altmış yıl önce, kalp yetersizliği gelişen bir hastanın uzun yıllar neredeyse hiç belirti olmaksızın yaşayabileceği kimin aklına gelirdi? Nitekim ABD eski başkan yardımcısı Dick Cheney de sonunda kalp nakli olana kadar yıllarca bu cihazı kullanmıştı.

Günümüzde kullanılan biyonik implantlara tıp eğitimi gördüğüm 1980'li yıllarda bilimkurgu gözüyle bakılıyordu. Oysa kohlea implantı artık rutin bir uygulama, tıpkı damar stentleri, kalça ve diz protezleri, insülin pompasıyla birlikte kullanılan sürekli glukoz ölçüm monitörü gibi. *Uzay Yolu: Yeni Nesil* karakterlerinden Geordi La Forge'unki gibi görsel enformasyonu doğrudan beyne gönderen yapay gözler ufukta göründü. Asıl büyük atılımı ise muhtemelen doku yenilenmesine dair bildiklerimizi nanoteknolojinin tanıdığı imkânlarla birleştirebildiğimizde yapacağız. Organları yaşlanan hücrelerden temizleyip yerine yenilerini üretecek kök hücreleri göreve çağıran mini tamir robotları yapmak için hemen hemen bütün araç gerece ve bilgiye sahibiz. Her şey an meselesi.

Hatta belki de onca sıkıntıyı çekmek zorunda kalmayız. CRISPR

/Cas9 adı verilen yeni bir teknoloji, bilimin canlı hücre DNA'sını güvenli biçimde düzeltme becerisinde devrim yarattı. Yakın geçmişe kadar gen tedavisinin vaatleri, uygulama güçlükleri nedeniyle sınırlıydı. En mütevazı denemelerde dahi uygulanması imkânsız görünüyordu ve güvenli olmadığı kanıtlanmıştı. Ne var ki CRISPR bütün bunları değiştirdi; görünüşe göre pek yakında genomumuzu kesip biçebileceğiz. Bütün biyomedikal alanlarda çalışan biliminsanları CRISPR'ı tedavide, hasar onarımı ve doku yenilenmesinde kullanma imkânı olup olmadığını ya da nasıl kullanılabileceğini anlamak için birbiriyle yarışıyor.

Genetik test ve danışmanlık bu açıdan insan evrimini etkiledi bile. Ailesinde ya da etnik zeminde belli genetik hastalıkları olan birçok insan genetik danışmanlık almayı tercih ediyor. Ciddi bir genetik hastalık taşıyıcısı olduğunu fark eden çiftler yollarını ayırmayı, biyolojik çocuk sahibi olmaktan kaçınmayı ya da korkulan hastalığın fetüste olup olmadığını anlamak için amniyosentez yaptırmayı tercih edebiliyor. Bütün bu çabaların etkisiyle toplumda bu hastalıkların görülme sıklığı azalıyor. CRISPR teknolojisi bunu muhtemelen daha da ileri taşıyacak. Çocuk sahibi olmak isteyen çiftler belki de günün birinde, yumurta ve spermlerini analiz ettirmekle kalmayıp döllenme öncesinde tamir de ettirebilecekler. CRISPR ile hastalığa yol açan gen kesilip çıkarılarak sağlıklı gen kopyasıyla değiştirilebilecek. Bunu yapacak teknoloji zaten var ve yakında fertilite kliniklerinde denemelerin başlayacağına kesin gözüyle bakabiliriz.

Daha da inanılmaz olan, CRISPR'ın genetik hastalıkların tamiri dışında, dünyaya gelmesi planlanan çocuğun genetiğini değiştirerek ömrünü uzatmak için sperm ve yumurtada rahatlıkla kullanılabilir olması. Yaşlanmanın genetik kontrol mekanizmasını anladıkça belki de günün birinde genlerin ince ayarıyla öyle bir oynayacağız ki gelecek kuşaklar hiç yaşlanmayacak.

Daha önce belirttiğim gibi asıl ödül ölümsüzlük arayışı elbette. Hücre yaşlanması ve doku yenilenmesi bütünüyle aydınlığa kavuştuğu zaman, CRISPR teknolojisiyle donanmış nanorobotları

görevlendirerek, hasarlı hücreleri yaşlanma belirtileri henüz başlamadan onarabileceğiz. Bu çılgınca bir spekülasyon değil. Bu yaklaşımın ilk adımlarının uygulanacağı hayvan modelleri tasarlandı bile. Evet, ilk denemeler mütevazı olacak ama bunlar başarıyla sonuçlanırsa, lambadan çıkan cin geri dönmez.

Buraya kadar anlattığım teknolojik gelişmelerin eli kulağında, hatta belki de yirmi-otuz yıl sonra doktorunuzun muayenehanesine gelmiş olacak. Ömrü uzatmaya yönelik tıbbi teknoloji alışılagelmiş standartlarda dahi hızla gelişiyor ve doktorların, bu yeni yöntemler uygulamaya girinceye dek hayatta kalmayı başaranlarda zamanın etkisini durdurması ya da en azından yavaşlatması mümkün olabilir. Hatta teknoloji ilerlemeye devam ettikçe –ki öyle olacağı kesin– doktorlar yaşlanmanın etkilerini durdurmakla kalmayıp geri döndürebilirler. Bu görüş, benim gibi orta yaşlı kesimi kendine iyi bakmaya ve 2004'te yayımlanan bir kitabın ileri görüşlü altbaşlığının da söylediği gibi "sonsuza kadar yaşayabilmek için yeterince uzun yaşamaya" yönlendiriyor.[1]

Yeni ölümsüzlerin hepsini nereye sığdıracağız sorusu ayrı bir mesele ama türümüzün birbirini topluca yok etme eğilimi sayesinde, kaynakların azalmasıyla birlikte bu sorun kendiliğinden çözülebilir. Bir başka olasılık, Güneş sistemimizde ya da yakınlarda bulunan diğer gezegenlerde ve uydularında koloniler kurulması. Uzay teknolojisi, biyomedikal teknoloji kadar hızlı gelişmediği için bu çok uzak bir olasılık gibi görünse bile o cephede de dönüm noktasına yaklaşıyor olabiliriz.

Sonuç: Bilimi ya da türümüzün kendi kusurlarının üstesinden gelme becerisini asla hafife almayın. Aslına bakılırsa birçok antropolog, insanın etkileyici zekâsının gelişiminin son iki milyon yıl içinde Afrika, Avrupa ve Orta Asya'da meydana gelen çarpıcı iklim değişikliklerine bağlı olarak geliştiğini düşünüyor. İnsanlar sadece biyolojiyle buzul çağını sağ salim atlatamazdı. Zekâya da ihtiyacımız vardı. Ve bugün bu önemli niteliğe belki de hiç olmadığı kadar umutsuzca ihtiyacımız var.

Bitirirken: Kılıç mı Saban mı?

İnsanlığı gelecekte neyin beklediğini kimse kesin olarak bilmiyorsa da geçmişimize bakarak fikir yürütebiliriz. Güzel ama mükemmellikten uzak bir türüz. Geçmişimiz geleceğimizin aynası. Geçmişimiz zafer ve refahla sonuçlanan mücadele ve sefalet öyküleriyle dolu olduğuna göre aynı şeyin geleceğimiz için de geçerli olacağına dair umut var. Neyle mücadele ettiğimiz açıkça ortada: Nüfus artışı, çevre tahribatı ve doğal kaynakların kötü yönetimi kendimiz için yaratmaya çalıştığımız refah ortamını tehdit ediyor.

Bu mücadele kapsamında ne yapmak gerekiyor? Kapıda bekleyen kıyameti muzaffer bir barışa nasıl dönüştürebiliriz? Kolay. Daha önce yaşadığımız zorlukları aşmamıza yardım eden araçlar ve süreçlerle; bize en başta refah ve bolluk getiren yolla, yani bilimle.

Belki de asıl sorun bilimin kendisi. Belki de bilim ve teknolojiye bel bağlamak en büyük hatamız, diye düşünüyor olabilirsiniz. Bu şüpheyi anlayabiliyorum ama öyle olduğunu düşünmüyorum.

Bilimsel ilerlemenin, atmosferimizdeki karbon dengesini altüst eden kömür ve petrole dayalı enerji sanayisinin gelişmesine yol açtığı doğru. Ama çözüm de bilimden geldi: güneş, rüzgâr, su enerjisi ve jeotermal enerji. Tarım ve tekstil teknolojilerinin ormansızlaşmaya ve endüstriyel tarım kaynaklı muazzam çevre kirliliğine yol açtığı doğru. Ama günün birinde, çevre kirliliğine neden olan ürünlerin yavaş yavaş yerini alacak temiz ürünleri ve sentetik alternatifleri de bilim sayesinde geliştirdik. Kömürle çalışan buhar makinelerinin geliştirilmesine öncülük eden bilimsel ilerleme, günümüzde güneş enerjisiyle çalışan uçağın da geliştirilmesini sağladı. Bugüne dek üretilmiş olan her bir plastik parçası bir katı atık sahasında bulunuyor ya da oraya doğru yol alıyor olabilir, buna karşılık kimyagerler biyolojik yolla parçalanan plastik ürettiler ve biyologlar mühendislik yöntemleriyle plastik

yiyen bakteriler geliştirdiler. Bilimin yarattığı her sorunu yine bilim çözebilir.

Fazla iyimser geldiyse bir de şunu düşünün: Sağda solda yeşil binalar yükselmeye başladı; enerji ve malzeme ihtiyaçlarımızı giderek daha sürdürülebilir ve çevre dostu yollardan karşılıyoruz. Amerika'da ortalama bir evin metrekare başına düşen yıllık elektrik harcaması, yirmi beş yıl öncekinin yarısı kadar. Yeni model vasat bir araba bir depo benzinle otuz beş yıl önce gittiğinin iki katı yol gidebiliyor. Gerek evler gerekse arabalarda güneş enerjisi ve diğer karbon-nötr enerji kaynaklarının kullanımı, yakıt bazlı enerji gereksinimini gittikçe aşağı çekiyor. Kimi Avrupa ülkeleri, güneş enerjisinden faydalanma şansı açısından güney yarımküredeki ülkelerin yanından bile geçmedikleri halde karbon-nötr olma hedefine ulaşma konusunda kararlılar.

Daha iyi bir gelecek, uzansak dokunabileceğimiz kadar yakın. Soru şu: Onu sıkıca tutabilecek miyiz? Ya da şöyle diyelim: İleri zekâmız en büyük servetimiz mi olacak yoksa en büyük kusurumuz mu?

Türümüzü kendi kendini felakete sürüklemekten kurtaracak bilimsel güce zaten sahibiz. Beklediğimiz tek şey irade. Küresel bir çöküşü önlemek için o iradeyi zamanında kullanmayı başaramazsak eğer, kötü tasarımımızın nihai kanıtı önümüzde olacak.

Teşekkür

BU KİTAP, isimleri doğrudan kapakta yer alması gereken birçok kişinin emeğiyle ortaya çıktı. Mary Rusoff, bu projeye sen hayat verdin. Kahvaltıda ilk bir araya geldiğimizde aradığım kişinin sen olduğunu anladım ve taslağı sunmayı planladığım ajansların listesini çöpe attım. Dağınık düşüncelerimi bir araya getirip onlardan tutarlı bir metin çıkarmama yardımcı oldun. Önceki kitabımızda olduğu gibi bu kitapta da Tara VanTimmeren her şeyi gören ilk göz oldu. Bir taslağı ancak, o biçimlendirip cilaladıktan sonra başka birine göndermeye cüret edebilirim. Bruce Nichols ve Alexander Littlefield, bu kitabı on misli öteye taşıyan katkılarınızla ikiniz de olağanüstü anlayışlı editörlerdiniz. Siz dört yetenekli editör, bu projeye inandınız ve güzel bir fikri bir kitaba dönüştürüp tamamına erdirmek için gereken beceri ve profesyonelliği bu işe kattınız, bunun için hepinize teşekkür ederim. Son andaki muhteşem katkılarıyla metni paha biçilmez ölçüde güçlendiren Tracy Roe da övgülerin en büyüğünü hak ediyor. Bu kitap hakikaten tam bir ekip işiydi ve böylesine zeki insanlarla çalışmak bana kendi sınırlarımı gösterdi.

Hem keyifli hem de aydınlatıcı çizimleriyle sayfalara incelik katan o son derece yetenekli sanatçıya da teşekkürü borç bilirim. Don Ganley'yi, genellikle pek muğlak ve faydasız yönlendirmelerimden yola çıkarak harika çizimler yaparken izlemek büyük bir zevkti. Onun sanatı kitabın içeriğine gerçekten hayat verdi. Umarım, bu çizimlere hak ettiği değeri vermek için bir dakikanızı ayırırsınız. Her biri saatlerce harcanan emek ve revizyonlar sonucun-

da ortaya çıktı. Sayfa 27'deki şekilde, kafatasının üst tarafında yaptığı tarama Don'un üç saatini aldı. Herhalde bugüne kadar yaptığı en iyi çizim oldu.

Ve öğrencilerim, arkadaşlarım, ailem: Yıllardır bu konular hakkında kafanızı ütülememe izin verdiğiniz için hepinize teşekkür ederim. Bir arkadaşla keyifli bir sohbet tutturmuşçasına, yani sizinle konuşuyormuşum gibi yazmaya çalışıyorum hep. Bir sohbet esnasında bu konulardan herhangi biriyle ilgili gevezeliğimi hoş gördüyseniz, bilin ki bu kitabı yazmama istemeden de olsa yardım ettiniz. Ve bunun için size ne kadar teşekkür etsem az.

Yaptığım diğer her şeyde olduğu gibi, ailemin desteği olmaksızın bu kitabı yazamazdım; türümüzün en kusurlu bireylerinden biri olarak bu metin üstünde çalıştığım yıllar boyunca sabırları ziyadesiyle sınandı. Oscar, Richard, Alicia ve elbette Bruno, beni yüreklendirdiğiniz için teşekkürler. Sizi seviyorum.

Notlar

1. Anlamsız Kemikler ve Başka Anatomik Hatalar

1. Seang-Mei Saw ve diğ., "Epidemiology of Myopia", *Epidemiologic Reviews* 18, no. 2 (1996): 175-87.
2. Thorsten Ritz, Salih Adem ve Klaus Schulten, "A Model for Photoreceptor-Based Magnetoreception in Birds", *Biophysical Journal* 78, no. 2 (2000): 707-18.
3. Julie L. Schnapf ve Denis A. Baylor, "How Photoreceptor Cells Respond to Light", *Scientific American* 256, no. 4 (1987): 40.
4. Mathew J. Wedel, "A Monument of Inefficiency: The Presumed Course of the Recurrent Laryngeal Nerve in Sauropod Dinosaurs", *Acta Palaeontologica Polonica* 57, no. 2 (2012): 251-56.
5. Seiji Ohsumi ve Hidehiro Kato, "A Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*) with Fin-Shaped Hind Appendages", *Marine Mammal Science* 24, no. 3 (2008): 743-45.

2. Muhtaç Diyetimiz

1. Morimitsu Nishikimi ve Kunio Yagi, "Molecular Basis for the Deficiency in Humans of Gulonolactone Oxidase, a Key Enzyme for Ascorbic Acid Biosynthesis", *American Journal of Clinical Nutrition* 54, no. 6 (1991): 1203S-8S.
2. Jie Cui ve diğ., "Progressive Pseudogenization: Vitamin C Synthesis and Its Loss in Bats", *Molecular Biology and Evolution* 28, no. 2 (2011):1025-31.
3. V. Herbert ve diğ., "Are Colon Bacteria a Major Source of Cobalamin Analogues in Human Tissues?", *Transactions of the Association of American Physicians* 97 (1984): 161.
4. Bu bölüm, ilk kitabımın 8. bölümündeki bir pasajdan uyarlandı, *Not So Different: Finding Human Nature in Animals* (New York: Columbia University Press, 2016).
5. Amy Luke ve diğ., "Energy Expenditure Does Not Predict Weight Change in Either Nigerian or African American Women", *American Journal of Clinical Nutrition* 89, no. 1 (2009): 169-76.

3. Genomdaki Çöp

1. David Torrents ve diğ., "A Genome-Wide Survey of Human Pseudogenes", *Genome Research* 13, no. 12 (2003): 2559-67.

2. Tomas Ganz, "Defensins: Antimicrobial Peptides of Innate Immunity", *Nature Reviews Immunology* 3, no. 9 (2003): 710-20.
3. Jan Ole Kriegs ve diğ., "Evolutionary History of 7SL RNA-Derived SINEs in Supraprimates", *Trends in Genetics* 23, no. 4 (2007): 158-61.

4. *Homo sterilis*

1. Bütün istatistikler Merkezi İstihbarat Teşkilatı'nın (CIA), *The World Factbook 2014-15* kitabından alınmıştır (Washington, DC: Government Printing Office, 2015).
2. Biruté M. F. Galdikas ve James W. Wood, "Birth Spacing Patterns in Humans and Apes", *American Journal of Physical Anthropology* 83, no. 2 (1990): 185-91.
3. Lauren J. N. Brent ve diğ., "Ecological Knowledge, Leadership, and the Evolution of Menopause in Killer Whales", *Current Biology* 25, no. 6 (2015): 746-50.
4. Bu konu tartışmalı çünkü esaret altındaki primat topluluklarında ve diğer memelilerde de üreme yaşlanmasıyla ilgili raporlar mevcut. Ne var ki bu münferit vakalar, insandaki menopozun evrensel ve zaman ayarlı tabiatından çok uzaktır.

5. Tanrı Doktorları Neden Yarattı

1. Norman Routh Phillips, "Goitre and the Psychoses", *British Journal of Psychiatry* 65, no. 271 (1919): 235-48.
2. Aşılar da bu şekilde etki gösterir; ölü ya da hasarlı bir virüs aşı halinde enjekte edildiğinde bağışıklık sisteminiz onunla nasıl mücadele edeceğini öğrenir. Her şey yolunda giderse bağışıklık sistemi öyle bir biçimlenir ki antijenle bir sonraki karşılaşmasında, örneğin sizde hastalık yapan virüse gerçekten maruz kaldığınız zaman, ilk karşılaşmasında vermesi beklenen yanıttan yüzlerce kat hızlı ve güçlü yanıt verir.
3. Susan Prescott ve Katrina J. Allen, "Food Allergy: Riding the Second Wave of the Allergy Epidemic", *Pediatric Allergy and Immunology* 22, no. 2 (2011): 155-60.

6. Enayi Bir Tür

1. Charles G. Lord, Lee Ross ve Mark R. Lepper, "Biased Assimilation and Attitude Polarization: The Effects of Prior Theories on Subsequently Considered Evidence", *Journal of Personality and Social Psychology* 37, no. 11 (1979): 2098.
2. Charles S. Taber ve Milton Lodge, "Motivated Skepticism in the Evaluation of Political Beliefs", *American Journal of Political Science* 50, no. 3 (2006): 755-69.
3. Bertram R. Forer, "The Fallacy of Personal Validation: A Classroom Demonstration of Gullibility", *Journal of Abnormal and Social Psychology* 44, no. 1 (1949): 118.

4. Steven M. Southwick ve diğ., "Consistency of Memory for Combat-Related Traumatic Events in Veterans of Operation Desert Storm", *American Journal of Psychiatry* 154, no. 2 (1997): 173-77.
5. Deryn Strange ve Melanie K. T. Takarangi, "False Memories for Missing Aspects of Traumatic Events", *Acta Psychologica* 141, no. 3 (2012): 322-26.
6. Kumarhanede bunun geçerli olmayabileceği tek durum, sınırlı ve bilinen sayıda vale, kız ve papazla oynanan yirmi bir oyunudur. Oyun sırasında bu üçlü dışındaki kartlar peş peşe gelirse gerçekten de kutuda kalan kartlarda çok sayıda papaz, kız ve vale var demektir. Bu durum elbette oyuncular kadar krupiyenin de işine yarayabilir; ayrıca kesme kartına gelene ve kartlar tekrar karıştırılana kadar eksiğin telafi edileceğinin garantisi yoktur. Buna rağmen kart saymakta usta olan biri kasaya karşı az da olsa bir üstünlük sağlayarak uzun bir günün sonunda parsayı toplayabilir. Ne var ki kumarhanelerin kart sayanları saptamak için özel yöntemleri vardır; böyle bir durumda krupiye kesme kartını kart kutusunda başa yakın yerleştirerek kart saymayı etkisiz hale getirir. Bu da işe yaramazsa yönetici kart sayan kişiye kapıyı gösterir. Kasa her zaman kazanır.
7. M. Keith Chen, Venkat Lakshminarayanan ve Laurie R. Santos, "How Basic Are Behavioral Biases? Evidence from Capuchin Monkey Trading Behavior", *Journal of Political Economy* 114, no. 3 (2006): 517-37.

Sonsöz: İnsanlığın Geleceği

1. Ray Kurzweil ve Terry Grossman, *Fantastic Voyage: Live Long Enough to Live Forever*, Emmaus, PA: Rodale, 2004.

metis bilim

EVELYN FOX KELLER **Genin Yüzyılı**

JOHN GRIBBIN **Schrödinger'in Kedisinin Peşinde**

ADAM ZEMAN **Bilinç: Kullanım Kılavuzu**

EVELYN FOX KELLER **Toplumsal Cinsiyet ve Bilim**

DOUWE DRAAISMA **Bellek Metaforları**

JOHN GRIBBIN **Schrödinger'in Yavru Kedileri**

FRANS DE WAAL **İçimizdeki Maymun**

DOUWE DRAAISMA **Yaşlandıkça Hayat Neden Çabuk Geçer**

GEORGE LEVINE **Darwin Sizi Seviyor**

J. P. CHANGEUX, P. RICOEUR **Neden Nasıl Düşünürüz?**

W. H. CALVIN, G. A. OJEMANN **Neil'in Beyniyle Konuşmalar**

JOANNA MONCRIEFF **İlaçla Tedavi Efsanesi**

CHARLES SEIFE **Alfa ve Omega**

H. R. MATURANA, F. G. VARELA **Bilgi Ağacı**

DAVID S. WILSON **Herkes İçin Evrim**

D. GOLDBERG, J. BLOMQUIST **Evren Kullanma Kılavuzu**

TOBIAS DANTZIG **Sayı: Bilimin Dili**

HARALD FRITZSCH **Yanılıyorsunuz Einstein!**

WALTER LEWIN **Fizik Aşkına** WARREN GOLDSTEIN ile birlikte

PATRICIA FARA **Bilim: Dört Bin Yıllık Bir Tarih**

SEDAT ÖLÇER **Evrim Serüveni**

GUY DEUTSCHER **Dilin Aynasından**

TEVFİK ALICI **Gerçek Bir Yanılsama: Bilinç**

MARK SOLMS, OLIVER TURNBULL **Beyin ve İç Dünya**

FRANS DE WAAL **Bonobo ve Ateist**

PENNY LE COUTEUR, JAY BURRESON **Napolyon'un Düğmeleri**

DOUWE DRAAISMA **Düş Dokumacısı**

ROY PORTER **Kan Revan İçinde**

JENNIFER M. GROH **Mekân Yaratmak**

ADDY PROSS **Yaşam Nedir?**

MICHAEL TOMASELLO **İnsan İletişiminin Kökenleri**

FRANS DE WAAL **Hayvanların Ne Kadar Zeki Olduğunu Anlayacak Kadar Zeki miyiz?**

GORDON H. ORIANS **Yılanlar, Gündoğumları ve Shakespeare**

MARC WITTMANN **Hissedilen Zaman**

DANIEL CHAMOVITZ **Bitkilerin Bildikleri**

DAVID C. CATLING **Astrobiyoloji**

ADAM GAZZALEY, LARRY D. ROSEN **Dağınık Zihin**

ELIEZER J. STERNBERG **NöroLojik**

DOROTHY H. CRAWFORD **Ölümcül Yakınlıklar**

RANDI HUTTER EPSTEIN **Hormonların Gücü**

MARCIA BJORNERUD **Yeryüzünün Zamanı**

NATHAN H. LENTS **İnsanın Kusurları**

Metis Bilim dizisi hakkında daha fazla bilgi için bkz.
www.metiskitap.com/catalog/series/625

METİS YAYINLARI

Marcia Bjornerud

YERYÜZÜNÜN ZAMANI

Bir Jeolog Gibi Düşünerek Dünyayı Kurtarabilir miyiz?

Çeviren: Raşit Gürdilek

Yaşadığımız gezegeni ne kadar tanıyoruz? Dünya'nın milyarlarca yıllık bir geçmişe sahip olduğunu biliyoruz, ama çoğumuz yeryüzündeki jeolojik olayların muazzam zaman ölçeklerini kavramakta pek başarılı değiliz. Jeolog Marcia Bjornerud işte bu eksikliği doldurmayı hedefliyor. Bjornerud'a göre, içinde bulunduğumuz çevre krizinin en önemli nedenlerinden biri, Dünya ile ilişkimizde geniş kapsamlı bir zaman bilincine sahip olmamamız ve şimdi-odaklı bir bakış açısına saplanıp kalmamız.

"Bir tür olarak Dünya'da kendimizin ortaya çıktığı zamanın öncesine karşı çocuksu bir ilgisizlik ve inanmazlık sergiliyoruz. Kahramanları insan olmayan hikâyelere burun kıvıran pek çok kişi doğa tarihine aldırmıyor. Dolayısıyla duygularımızda ayarsız olduğumuz kadar 'zamansızız', zaman cahiliyiz. Deneyimsiz ama aşırı özgüvenli sürücüler gibi, doğal alanlara ve ekosistemlere, onların yerleşik trafik kurallarından habersiz gazlayıp giriyoruz, sonra da doğa yasalarına aldırış etmediğimiz için kesilen cezaları şaşkınlık ve öfkeyle karşılıyoruz."

Ama tam gaz ilerlediğimiz bu yoldan dönmek için hâlâ çok geç değil, diyor Bjornerud. Yeryüzünü tanıyarak, onun ritimlerini öğrenerek, kaynaklarının ne kadar uzun zaman aralıklarında oluştuğunu anlayarak, geçmişte yaşanan çevre felaketleri ve toplu yok oluşlar hakkında bilgi edinerek, kısacası dünyamıza bir jeoloğun gözleriyle bakarak geleceği kurtarabiliriz.

2019 yılında Amerikan Yayıncılar Birliği'nin PROSE Ödülü'ne layık görülen bu kitabı, yeryüzünün halen devam eden görkemli hikâyesine ilgi duyan tüm okurlarımıza tavsiye ediyoruz.

METİS YAYINLARI

Randi Hutter Epstein

HORMONLARIN GÜCÜ

Hayatımızdaki Hemen Her Şeyi Kontrol Eden Salgıların Tarihi

Çeviren: Aysun Babacan

Hormonlar nasıl keşfedildi? Bu keşif tıp tarihi için neden bir dönüm noktasıydı? Öncesinde hormon bozuklukları olan insanlar neler yaşıyordu? Hormonları kontrol ederek bedenlerimize hükmetme çabalarımız ne gibi zaferler ve hüsranlarla sonuçlandı? Cinsiyet hormonları hakkında öğrendiklerimiz, cinsel kimliklerimize dair görüşlerimizi nasıl değiştirdi? Son araştırmalar ileri yaştaki erkek ve kadınların rağbet ettiği hormon takviye ve tedavileri hakkında ne diyor?

Tıp yazarı Randi Hutter Epstein bu kitapta, ergenlikten cinselliğe, metabolizmadan davranışlara, ruh hallerinden uykuya ve bağışıklık sistemine kadar hayatımızın birçok kritik veçhesini yöneten hormonların tarihini inceliyor. Endokrinolojinin doğuşundan günümüze kadar uzanan heyecan verici bir hikâye bu. İçinde neler yok ki: hormonların yeni yeni keşfedildiği zamanlarda mezarlardan ceset çalarak salgı bezlerini inceleyen doktorlar; gençleştirme vaatlerine inanarak vazektomi yaptıran yaşlı erkekler; muğlak cinsel organlarla doğan ve ailelere danışılmaksızın ameliyat edilerek doktorlarca bir cinsiyet "dayatılan" bebekler; çocuklarının boyunu uzatabilmek için morglardan ve patoloji laboratuvarlarından yüzlerce hipofiz bezi toplamayı göze alan çaresiz ebeveynler; yılmadan çalışarak "imkânsızı" başaran biliminsanları; tıbbın gelişmesiyle birlikte nihayet ait olduklarını hissettikleri cinsiyete geçebilen insanlar...

Hormonların tarihi aynı zamanda keşiflerin, yanlış adımların, azmin ve umudun da hikâyesidir, diyor Epstein. *Hormonların Gücü*, hem temel bilimi hem de onu şekillendiren insanları birlikte ele alarak, bizi biz yapan şeyin hikâyesini anlatıyor.

METİS YAYINLARI

Dorothy H. Crawford

ÖLÜMCÜL YAKINLIKLAR

Mikroplar Tarihimizi Nasıl Şekillendirdi?

Çeviren: Gürol Koca

Yaşadığımız dünyada bitki ve hayvanlar dışında bir canlı grubu var ki, gözle görülemeyecek kadar küçük olmalarına rağmen yeryüzünün asıl sahipleri oldukları söylenebilir: Diğer tüm canlılardan önce onlar vardı, muhtemelen en son da onlar yok olacak. Yalnızca çevremizi değil, bedenlerimizi de mesken edinen bu canlıların "dost" olanlarına muhtacız: Sağlıklı bir yaşam için bize hava ve su kadar gerekliler. "Düşman" olanlarla aramızdaki mücadele ise ezelden beri sürüyor.

Mikrobiyolog Dorothy Crawford bu kitapta kısaca "mikroplar" diyeceğimiz, her yerde hazır ve nazır olan bu küçücük canlılarla insanlar arasındaki ilişkinin tarihini ele alıyor. Mikroplar insanlara kolayca bulaşıp yayılacak şekilde nasıl evrimleşti? Avcı-toplayıcı topluluklardan tarım toplumlarına geçiş neden mikroplara yaradı? İlk şehirler kurulduğunda hangi koşullar mikropların serpilip palazlanmasına yol açtı? Tarihte yaşanan şiddetli salgın ve kıranlar insan toplum ve kültürlerini nasıl etkiledi? Mikroplarla etkili bir şekilde mücadele etmeye başlamamızı sağlayan icat ve keşifler nelerdi? Hangi mikropları alt ettik, hangileri bizi alt etmeye devam ediyor? Giderek kalabalıklaşan bir dünyada bizi nasıl tehlikeler bekliyor?

"İnsanlarla mikropların birlikte evrildiği binlerce yıllık bir hikâye bu, olup bitenlerin tarihi de genlerimizde yazılı. Bizler bulaşıcı hastalıkları atlatmış, hastalıklara dirençli çocuklar dünyaya getirmiş ataların evlatlarıyız; burada olup bu hikâyeyi anlatabiliyor oluşumuzu da onlara borçluyuz."

METİS YAYINLARI

Eliezer J. Sternberg

NÖROLOJİK

Beynin Mantıksız Davranışlarımızın
Ardındaki Gizli Mantığı

Çeviren: Şiirsel Taş

"Bilinçaltımızın derinlerinde, gördüğümüz, duyduğumuz, hissettiğimiz ve hatırladığımız her şeyi sessiz sedasız işleyen bir sistem vardır. Beynimiz, çevreyle etkileşim halinde olduğumuz her an sayısız duyumun sürekli bombardımanı altındadır. Beynin altında yatan mantık sistemi, tıpkı anlamlı hikâyeler yaratmak için kamera görüntülerini ve ses kayıtlarını toplayan ve düzenleyip montajını yapan bir film editörü gibi bütün düşünce ve algılarımızı, yaşam deneyimimiz ve benlik algımız haline gelen makul bir anlatı oluşturacak şekilde birleştirir. Bu kitap, altta yatan bu mantık ve onun, gerek en tuhaf nörolojik hastalıklarda gerekse en basit günlük duygu ve kararlarımızda, bilinçli deneyimimizi nasıl yarattığı hakkındadır."

Beynimiz algımızdaki boşlukları neden ve nasıl doldurur? Körler halüsinasyon "görebilir" mi? Zihin "kasımızı" kasarak fiziksel performansımızı artırabilir miyiz? Farkında olmadan gördüğümüz şeyler ruh halimizi ve kararlarımızı nasıl etkiler? Sahte anılar nereden gelir? Uzaylılar tarafından kaçırıldığını ya da doğaüstü varlıklarla temas kurduğunu iddia eden insanlar gerçekte ne yaşar? Neden kendimizi gıdıklayamayız? Hipnozla cinayet işlenebilir mi? Zihin "parçalandığında" ne olur? Nörolog Eliezer Sternberg, beynimizin bilinçli ve bilinçdışı düzeyde algılarımızı işleyerek anlamlı bir yaşantı oluşturmak için nasıl canhıraş uğraştığını açıklarken bu ve benzer ilginç sorulara detaylı sinirbilimsel yanıtlar sunuyor.

Aydınlatıcı olduğu kadar keyifle okunan NöroLojik'i insan beyninin "harikalar diyarına" ilgi duyan tüm okurlarımıza tavsiye ediyoruz.

METİS YAYINLARI

Adam Gazzaley, Larry D. Rosen

DAĞINIK ZİHİN

Yüksek Teknoloji Dünyasında Kadim Beyinler

Çeviren: Aysun Babacan

"Beynimiz inanılmaz bilgi işleme sistemlerine ve insanlığın tanıdığı en karmaşık yapıya sahiptir. Fakat yine de eve dönerken süt almayı unutuyoruz. Peki bu nasıl olabiliyor?"

Adam Gazzaley ve Larry Rosen bu basit sorudan yola çıkarak, günümüzde hemen hepimizin muzdarip olduğu zihin dağınıklığı sorununu bir sinirbilimcinin ve bir psikoloğun bakış açısından ele alıyor. Yazarlar kitabın ilk kısmında insan beyninin bilişsel kontrol mekanizmasını açıklayarak şu gibi soruları yanıtlıyor: Bir hedefe odaklanmışken dikkatimiz neden kolayca dağılır? Bir işi bitirmeden diğerine geçmeye yatkın olmamızın evrimsel temeli nedir? Dikkatimizi birkaç şey arasında bölüştürmeye çalıştığımızda neler olur? Dikkat kapasitemiz hayatımızın çeşitli evrelerinde nasıl değişir? İkinci kısımda, yüksek teknoloji dünyasındaki koşulların bilişsel kontrol mekanizmamız üzerindeki bozucu etkileri ele alınıyor: Bilişim çağında her an her türlü bilgiye erişebilmemiz dağınık zihinlerimizi nasıl etkiliyor? Bilgisayar, tablet ve akıllı telefon gibi cihazlar sürekli daldan dala atlama eğilimimizi nasıl besliyor? Güvenliğimizi, sağlığımızı ve ilişkilerimizi tehdit ettiği durumlarda bile yüksek teknolojili cihazlarımızın cazibesine neden direnemiyoruz? Teknoloji bağımlılığımız can sıkıntısı ve kaygı gibi içsel faktörleri nasıl artırıyor? Kitabın son kısmında ise yazarlar, zihnimizin dizginlerini elimize almamıza yardımcı olacak pratik ipuçları ve tavsiyeler sunuyor.

Dağınık Zihin, topluca parlak ekranların esiri olduğumuz şu zamanlarda, teknolojiyi daha bilinçli kullanmamızın önemini gözler önüne seren ayıltıcı bir kitap.

METİS YAYINLARI

David C. Catling

ASTROBİYOLOJİ

Dünyada ve Evrende Yaşam

Çeviren: Ahmet Burak Kaya

İnsanlar çok eski zamanlardan beri yeryüzünde yaşamın nasıl ortaya çıktığı ve evrende yalnız olup olmadığımız gibi sorulara kafa yoruyorlar. Son dönemlerde adını giderek daha sık duyduğumuz astrobiyoloji tam da bu sorulara yanıt bulmak üzere ortaya çıkmış bir bilgi alanı. Evrende ve dünyada yaşamın kökenini, evrimini ve geleceğini inceleyen astrobiyologlar, gelişen teknolojiyle birlikte her geçen gün hayal gücümüzü kışkırtan keşiflerde bulunuyor.

Kendisi de bir astrobiyolog olan David Catling bu kitapta astrobiyolojinin temel meselelerini ele alarak bu heyecan verici bilime dair kısa ama kapsamlı bir çerçeve sunuyor. Dünyada yaşamı ortaya çıkaran koşullar nelerdi? Yaşam hangi ilkeler temelinde gelişti? Gezegenimiz mevcut haline erişmeden önce nasıl evrelerden geçti? Kitlesel yok oluşlara hangi olaylar yol açtı? Dünyamızı nasıl bir gelecek bekliyor? Gezegenler nasıl oluştu? Güneş Sistemi'nde ve ötesinde hangi gezegenlerde yaşam ortaya çıkmış olabilir veya gelecekte ortaya çıkabilir? Dünya dışındaki bir gezegende akıllı varlıklar varsa –fizikçi Enrico Fermi'nin meşhur tabiriyle– "Nerede bunlar?"

Astrobiyoloji, okuru kendi tanıdık dünyasından dışarı adım atıp üzerinde yaşadığı görkemli gezegene ve çevresini sarmalayan uçsuz bucaksız evrene meraklı gözlerle bakmaya davet ediyor.

metis bilim | 42

Sık sık insan bedeninin ne kadar mucizevi olduğunu duyar, ona düzülen övgüleri dinleriz. Bedenimizin incelikli işleyişine dair kitaplar raflarımızı doldurur. Oysa bütün o harikulade yönleri bir yana, insan bedeninin milyonlarca yıllık evrim sürecinde ortaya çıkmış bariz kusurları da var. Amerikalı biliminsanı Nathan H. Lents işte bu kusurların hikâyesini anlatıyor.

İnsan retinası niye ters? Diğer hayvanlara kıyasla üst solunum yolu enfeksiyonlarına neden daha açığız? Bedenimizde niçin gereksiz kemikler var? Dizlerimiz, sırtımız ve belimiz niye sık sık sorun çıkarıyor? Birçok hayvan tek çeşit besinle bütün ihtiyacını karşılayabilirken biz neden "dengeli" beslenmek zorundayız? İnsanda neden işlevsel genlerin yanı sıra bir o kadar da bozuk, işlevsiz gen var? DNA'mız niye geçmiş enfeksiyonlardan kalan milyonlarca virüs "enkazı" içeriyor? Primatlar içinde neden bebek ve anne ölüm oranı en yüksek olan tür biziz? İnsanın bağışıklık sistemi niye kendi bedenine bu denli sık saldırıyor? Baş tacı edilen beynimiz yanılgılara ve kötü kararlar vermeye neden bu denli yatkın?

"Ama kulağa ne kadar tuhaf gelirse gelsin, kusurlarımızın kendine has bir güzelliği var," diyor Lents. "Bizi biz yapan şey kusurlarımız. Bu kitapta ele alacağımız kusurlar, yaşam mücadelesinde kazandığımız galibiyetlerden geriye kalan yara izleridir. Bizler şansımız düşük olduğu halde bu sonsuz evrimsel çatışmadan sağ çıkanlarız; onca riske rağmen dört milyar yıldır azimle sürdürülen direnişin ürünleriyiz. Kusurlarımızın hikâyesi başlı başına bir savaş hikâyesidir."



Metis Bilim
ISBN-13: 978-605-316-199-8



Metis Yayınları
www.metiskitap.com