

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>



Darwin'*le* akşam yemeği

evrim yeme içmeyi
nasıl etkiler?

JONATHAN SILVERTOWN

Türkçesi Can Evren Topaktas

DARWIN'LE AKŞAM YEMEĞİ

Evrim Yeme İçmeyi Nasıl Etkiler?

Jonathan Silvertown



kolektif.
kitap

Kolektif Kitap-129

Darwinle Akşam Yemeği
Evrime Yeme İçmeyi Nasıl Etkiler?

Özgün Adı: *Dinner With Darwin-Food, Drink and Evolution*

© Jonathan Silvertown, 2017 - © Kolektif Kitap, 2017

ISBN: 978-605-2205-13-6

Türkçesi: **Can Evren Topaktaş, 2018**

Yayıma Hazırlayan: Müge **Karahan**

Son Okuma: **Cihan Kara**

Sayfa Düzeni: **Hatice Çavdar**

Kapak Tasarımı: Deniz **Akkol**

1. Baskı, Eylül 2018, İstanbul

Sertifika No: **25574**

Baskı ve Cilt: **Berdan Matbaacılık**

Güven Sanayi Sitesi C Blok No: 215-216

Topkapı, İstanbul - 0212 613 11 12

Sertifika No: **12491**

kolektif.kitap, bilişim ve tasarım ltd. şti.

Kuloğlu Mah. Turnacıbaşı Cad. No: 26/5 - Beyoğlu, İstanbul

www.kolektifkitap.com - info@kolektifkitap.com

T: 0212 252 89 30 - F: 0212 243 96 39

Bu kitabın hakları The University of Chicago Press'ten alınmıştır. Yayıncının izni olmaksızın elektronik ya da mekanik herhangi bir yolla çoğaltılamaz ve iletilemez. Tüm hakları saklıdır.

DARWIN'LE AKŞAM YEMEĞİ

Evrım Yeme İçmeyi Nasıl Etkiler?
Jonathan Silvertown

Türkçesi Can Evren Topaktaş



Erkek kardeşim Adnan'a

İÇİNDEKİLER

1. Bir Akşam Yemeği Daveti	11
2. Yemek Pişiren Hayvan	23
3. Kabuklu Deniz Hayvanları	45
4. Ekmek	53
5. Çorba	75
6. Balık	91
7. Et	103
8. Sebzeler	127
9. Otlar ve Baharatlar	147
10. Tatlılar	161
11. Peynir	177
12. Şarap ve Bira	193
13. Ziyafet	211
14. Gelecekte Yemek	229
Teşekkür	243
Notlar	245
Harita Kaynakçası	279
Dizin	281

BİR AKŞAM YEMEĞİ DAVETİ

Yemek hakkında yazılmış gereğinden fazla kitap var. Bu ifadeyi, yemek hakkındaki bir kitapta okumak tutarsız ve kendi içinde çelişiyormuş gibi görünebilir ancak bu konuda henüz söylenmemiş daha neler kalmış olabileceğini hiç merak etmediniz mi? Bu düşünce, bir öğleden sonra, pencere nişlerinde uyuklayan yorgun öğrencileri uyandırmamaya özen göstererek California Üniversitesi'nin Davis yerleşkesindeki iyi bir külliyata sahip kütüphanenin yemek bölümüne göz gezdirirken aklıma geldi. Burada, enginardan *zinfandel*'e kadar yiyecek ve içecekler her yönüyle araştırılıp öğretiliyor. Sadece raflarda duran kitapların başlıklarını okumak bile başlı başına bir eğitim. *Complete Idiot's Guide to Smoking Foods*¹ [Ahmaklar İçin Eksiksiz Yiyecek Tüt-süleme Kılavuzu] adlı kitap büyük olasılıkla

entelektüel açıdan engelli okuyucuların çoğunun, ızgara yemeklerle pipo tütününü birbirine karıştırmalarını önlemiştir.

Kaim ciltli *Bubbles in Food*'un² [Yiyecekler'deki Kabarcıklar], daha hacimli devam kitabı *Bubbles in Food2'nun* yayımlanmasını gerektireceği kimin aklına gelirdi? Peki ya raflarda, etler ve kekler hakkında yazılmış kitaplar arasında duran *A Diet of Tripe*³ [İşkembe Diyeti] adlı kitabın ineklerin mide zarlarını pişirerek nasıl hayatta kalılabileceğine ilişkin talimatlar içermediğini ve aslında genel anlamda beslenme akımlarına duyulan geçici heveslere ve özellikle de vejetaryenliğe yöneltilmiş sert bir eleştiri⁴ olduğunu kim düşünebilirdi? Karşı raftaysa *No More Bull!*⁵

[Saçmalığa Son!] duruyordu, eski bir kovboy tarafından kaleme alınmış vegan manifesto. Bu iki kitabın yazarı günün birinde karşılaşacak olursa *Handheld Pies*⁶ [Elle Yenebilen Kekler] kitabının yazarının da cephaneye tedarik etmek için orada hazır bulunacağını düşünüyorum. Konuya biraz daha ciddi yaklaşan (az da olsa), Oxford Üniversitesi'nde düzenlenen yemek ve aşçılık konulu bir sempozyumun⁶ tutanakları, "Kadim Yahudi

Sucukları”, “Transilvanya Bölgesine Özgü Kömür Kaplı Ekmekler”, “Shad Planking”² ve UFO’lar (“Tanımlanamayan Fermente Edilmiş Cisimler”) hakkındaki çok çeşitli ve kapsamlı bilgilerin temel noktalarını sunmaktadır.

Daha endüstriyel uygulamalara meraklı aşçılar için *Food Processing by Ultra High Pressure Twin-Screw Extrusion*’ [Çift Helezonlu Ekstrüz-yonla Aşırı Yüksek Basınç Altında Gıda İşleme] kitabı da raflardaki yerini almıştır.

Bu yüzden, yemek hakkında gerçekten gereğinden fazla kitap olsa da, benim gibi biri olduğunuzu ve bu tür davetlerin size de hiçbir zaman fazla gelmeyeceğini umarak, şu an elinizde tuttuğunuz şeyin bir kitaptan ziyade bir akşam yemeği daveti olduğunu farz edelim istiyorum. Ancak baştan belirtmeliyim ki bu farklı bir akşam yemeği olacak; zihinlerimizi beslemeye yönelik bir akşam yemeği. Elbette ki yediğimiz her öğünün beynimizde bir yeri var çünkü beynimiz yemek yediğimizde harekete geçen duyularımızın algılandığı ve işlendiği yerdir, ancak ben sizi, ne yediğimize dair farklı bir şekilde düşünmeye davet ediyorum.

Örneğin yumurta, süt ve unun ortak noktası

nedir? Yemek yapmaktan hoşlanıyorsanız, bunların krepin ana malzemeleri olduğunu hemen fark edersiniz, ama bu sorunun çok daha ilginç başka bir cevabı var. Yumurta, süt ve tohum (un, tohumun öğütülmesiyle üretilir) evrim tarafından yavruları beslemek üzere tasarlanmıştır. Bu basit olgu üzerinde derinlemesine düşünecek olursak, bir anda bu fikri temel alan kapsamlı bir hikâye ortaya çıkacaktır. Bu kitap bu hikâyeyi anlatır, yalnızca krep malzemeleri için değil, on dört bölümlük bir öğün için.

Yediğimiz her şeyin evrime dayanan bir geçmişi var. Süpermarketlerdeki rafların her biri evrimin ürünleriyle dolu, ancak süt ürünlerinin üzerinde yer alan etiket bunu bize Jura Devri'nden kalma son kullanma tarihleriyle hatırlatmaz ya da meyve sebze reyonundaki etiketler mısırın Kolomb öncesi dönemde Amerikalılar tarafından 6000 yıl boyunca yapay seçilime uğratıldığı gerçeğini açığa vurmaz. Her alışveriş listesi, her yemek tarifi, her menü ve yemek pişirmek için kullandığımız her malzeme evrimci anlayışın babası Charles Darwin'le akşam yemeğine üstü kapalı bir davettir.

Darwin'in *Türlerin Kökeninin* yayımlandığı 1859 senesinden önce, doğada bariz bir tasarımın var

olması -sütün bebekler için mükemmel bir besin kaynağı olması gibi- bir yaratıcının da var olduğunun açık bir kanıtı olarak algılanıyordu ve bu yaratıcının Tanrı olması gerektiği düşünülüyordu. Ancak Darwin bu konuya farklı bir açıklama getirdi: doğal seçim. Doğada her şey çeşitlidir ve genelde bu çeşitliliğin bir kısmı nesilden nesile kalıtsal olarak aktarılır. Örneğin, yetişkinlerin süte karşı gösterdikleri tolerans bireyden bireye farklılık gösterir ve bu büyük oranda kalıtımsaldır. Doğal seçim kalıtsal farklılıkların nesilden nesile azar azar birikerek, yerel şartlara daha uyumlu genetik değişkenlerin nispeten daha az uyumlu olanlara oranla daha çok çoğalmasıyla organizmaların işlevselliğini geliştirecek şekilde harmanlanmasıdır. Bu yavaş evrimleşme sürecinin gözü kördür ve herhangi bir maksat, plan veya hedef gözetmez.

Doğal seçimle evrimleşme bir yaratıcı olmaksızın model üretir. Bu durum bir çelişki yaratıyormuş gibi görünse de bu yalnızca yiyeceklerimizi üretmekle kalmayıp bizleri de üreten süreçtir. Yiyeceklerle aramızdaki ilişki kendi içimizdeki evrimi ve yediklerimizin evrimini ortaya çıkarır. Bu ilişkiler hakkında bilgi edinmek, karnımızı doyurduğu

kadar zihnimizi de besleyebilir. Uzun kelimeler kullanmaktan hoşlanıyorsanız, bunu “evrime dayalı gastronomi” olarak adlandırabilirsiniz veya sadece evrime kabak tadı vereceğimizi söyleyebilirsiniz.

Türlerin Kökeni kitabının ilk bölümü bitkilerin ve hayvanların evcilleştirilmesini konu alır çünkü Darwin yetiştiricilerin yeni çeşitler üretmek için kullandıkları yapay seçim sürecinin doğal seçilime benzerlik gösterdiğini fark etmiştir. Yetiştiricilerin tercihleri doğrultusunda meydana gelen, giderek artan muazzam değişiklikler doğal seçilimin yavaş işleyen süreciyle neler başarılabileceğini de ortaya koyar. Bitkilerin ve hayvanların evrimleşme süreçlerine yön vererek onları kendi özel ihtiyaçlarımızı karşılamak için kolayca şekillendirebiliyor olmamız, ilk bakışta tuhaf gelebilir. Bunu mümkün kılan, yapay seçilimin evrimle yakından ilişkili bir süreç olmasıdır, dolayısıyla evrime karşı değil evrimle beraber çalışıyor olmamızdır.

Yapay seçim, tıpkı bir mühendisin, bir arazi üzerinde kanallar, barajlar ve su setleri inşa ederek suyu istenilen yöne kanalize etmesini sağlaması gibi, bitkilerin ve hayvanların evrimleşme sürecine yön

verir. Yetiştiriciler bir sonraki nesili oluşturacak bireyleri seçerek genlerin akışını yönlendirir ve işin gerisini genetik halleder. Bunun işlemesi için iki şeye ihtiyaç duyulur: yetiştiricilerin etkilemek istedikleri özelliklerin bireyden bireye farklılık göstermesi ve bu farkların belirli bir kısmının nesilden nesile kalıtsal olarak aktarılması (kalıtsal olması).

Doğal seçim yoluyla evrimleşme yumurtanın, sütün ve tohumun, onları krepe dönüştürebilmemizi sağlayan özelliklerle donatılmasını sağlamıştır. Bunun nasıl olduğunu anlamak adına, başlangıçları simgeleyen ve yüksek ihtimalle evrimin bize sunduğu en çok yönlü yiyecek olan yumurtayla başlayalım. Yumurta kızartıldığında, haşlandığında, çırıldığında, suya kırılarak pişirildiğinde, hatta tursusu kurulduğunda çok lezzetli olmasının yanı sıra suflelerin, keklerin, böreklerin ve bezelerin kabarıp iyi pişmesini; ayrıca mayonez ve diğer sosların su ve yağ bazlı bileşenlerini stabilize ederek normalde karışmayan bu bileşenlerin birbirlerine karışmasını sağlamak gibi neredeyse sihirli denilecek birçok güce sahiptir. Yumurta son derece besleyicidir çünkü civcivlerin gelişim sürecinde ihtiyaç duyabilecekleri tüm besin maddelerini içinde barındırır ve

evrim yumurta kabuğunu kurumasını engellemek, içeriğini çürüme ve bozulmaya neden olan bakterilere karşı korumak üzere şekillendirdiğinden mut-faklarımızda uzun süreler boyunca bozulma-dan muhafaza edilebilir. Peki ama yumurtaların bu kullanışlı özellikleri nasıl evrimleşmiştir?

Tavuk yumurtadan, yumurta da tavuktan çıkar. Bu nedenle kümes hayvanlarının yaşam döngüsünü belirli bir başlangıç noktası olmayan döngüsel du-rumların metaforu olarak kullanan “yumurta mı ta-vuktan, tavuk mu yumurtadan” ifadesi ortaya çık-mıştır. Ancak olaya evrim açısından bakıldığında ta-vuk ve yumurta ikilemi kolayca çözülür: Yumurta tavuktan önce evrimleşmiştir. Kuşlar, ikonik yırtıcı dinozor türü *Tyrannosaurus rex'i* de kapsayan sü-rüngen soyunun çağımızdaki

temsilcileridir. Çin’de bulunan çok iyi korun-muş fosiller sayesinde artık birçok dinozorun tüylü olduğunu biliyoruz. Dolayısıyla tavukların tüyleri, tıpkı yumurtaları gibi kendilerine sürüngen ataların-dan miras kalmıştır. Aslına bakarsanız, dinozorlar da kuluçkaya yatan⁸ canlılardı ve anlaşıldığı kada-rıyla, kuluçkaya yatma görevi tıpkı bazı kuş türleri-nin günümüzde yaptığı gibi erkeklerle dişiler

arasında paylaşıldı. Kuşlar gerçekten de birer dinozor.

Bilimsel olarak tanımlanmış ilk fosil dinozor yumurtalarından bazıları, Darwin'in *Türlerin Kökeni* kitabının yayımlandığı 1859 senesinde bulunmuştur. Bu fosiller Fransa'nın güneyindeki Provence bölgesinde, o dönemde mantık yürüterek bu yumurtaların dev bir kuşa ait olması gerektiğini düşünen Katolik rahip ve doğabilimci Papaz Jean-Jacques Pouech tarafından keşfedilmiştir. Çağımızdaki yumurtanın sürüngen atalarına ait fosillerin, sofralarımıza omleti ve sufleyi kazandıran ülkede keşfedilmiş olması, öyle ya da böyle, yerinde bir durummuş gibi görünüyor. Günümüzde dünyanın dört bir yanında dinozor yumurtaları bulunuyor olsa da Fransa'nın güneyi hâlâ bu fosillere erişilebilen küresel bir noktadır.⁹

Yaşamın evrimsel tarihinde, yumurtaların mineral bir kabukla koruma altına alınması bir sürüngen icadıdır, ama kabuğun altında, kökenleri daha da eskilere dayanan ve karada yaşama geçiş yapılmasına olanak tanıyan çığır açıcı bir gelişme daha yaşanmıştır. Sudan karaya geçiş yapan ilk hayvanlar amfibilerdir, ama bu hayvanlar tıpkı modern temsilcileri

semenderler ve kurbağalar gibi havayla temas ettiklerinde kurumaya karşı koruma sağlamayan, jöle benzeri yumurtalar üretiyordu. Dolayısıyla yetişkinler karada hayatta kalabilse bile yumurtalarının kuruyup ölmemesi için suya bırakılması gerekiyordu.

Çıgır açan gelişme, amniyon olarak adlandırılan ve embriyoyu amniyotik kese adı verilen bir sıvı kesesiyle kuşatan bir zarın evrimleşme-siydi. Amniyotik kese, evrimin, karşılaştığı sorunları en uygun şekilde çözdüğünü gösteren tipik bir örnektir. 310 milyon yıl önce, Üst Karbonifer Dönemi'nde, pazarlamacıların tarihöncesi bataklık ormanlarında yankılanan seslerini duyar gibi oluyorum: “Embriyolarınız mı kuruyor? İşte size yeni bir fikir! Onları gölet suyuyla dolu bu keselerin içine atın.” Aslında krepler karada yaşamı mümkün kılan bu adaptasyonun ikinci bir örneğini içerir.

Tohumun evrimleşmesinin 360 milyon yıl öncesine dayanan kökeni, tavuk yumurtasının evrimleşme sürecinde hayati önem taşıyan bir basamak olan amniyon zarının ortaya çıkma hikâyesiyle önemli benzerlikler taşır. Nasıl amniyotik kese hayvanların karada üreme sorununa getirdiği çözümse,

tohum da aynı soruna bitkilerin getirdiği çözümdür. İlk tohumlu bitkiler tıpkı günümüzdeki eğreltiotugiller ve yosunlar gibi, yumurtaların ve spermelerin birleşmesi için suya ve nemli ortamlara ihtiyaç duyan karadaki atalarından evrimleşmiştir. Amniyotlar amfibi hayvanlar için neyse, tohumlu bitkiler de eğreltiotugiller için odur. Her iki durumda da embrioyu içinde tutan sıvı dolu bir kese evrimleşmiş ve sonradan bu kesenin etrafına bol miktarda besin maddesi içeren kurumaya karşı korunaklı bir paket eklenmiştir.

Gelelim krepin üçüncü ana malzemesi sütün evrimleşme hikâyesine. Yavrularını sütle beslemek biz memelilerin tanımlayıcı özelliklerinden biridir ve tüm memeli türleri bunu aynı şekilde, süt salgılayan özel bezler sayesinde yapar. İpucu, memelilerin adında gizlidir; memeliler kova kova süt üretebilen memelere sahip hayvanlardır. Hem de ne kova! ABD’de bir inek yılda ortalama 9,5 ton süt üretir.¹⁰ 100 tonluk ağırlığıyla en büyük memeli türü olan mavi balinanın, yavrusunu beslemek için günde yaklaşık 227 kilo süt ürettiği tahmin ediliyor. Bu kadar süt 400 kişinin yaşamını sürdürmesine yetecek kadar besin içerir.¹¹

Memelilerin, kuşların, bitkilerin, hatta yaşamın kendisinin evrimleşme tarihi Darwin'in zamanında çok detaylı olarak bilinmiyordu ama bu bilgiler günümüzde nefes kesici bir hızla, giderek daha da detaylı bir şekilde açığa çıkarılıyor. Bunun nedeni artık farklı canlı türlerinin genomlarını kolayca okuyarak karşılaştırabilme imkânına sahip olmamız. Bir genom özünde, hücrelerin içindeki mekanizmalara, örneğin, döllenmiş bir yumurtayı bir tavuğa dönüştürmek ve sözkonusu tavuğun hücrelerine ve organlarına tavukların yaptığı her şeyi (buna evrim ve pişirme sanatı için en önemli şey olan daha fazla tavuk üretmek de dahildir) yaptırmak için gereken talimatları içeren bir tür tarif kitabıdır.

Genom nükleik asit adı verilen yapıtaşlarından oluşan kimyasal bir alfabe kullanılarak yazılır. Bu alfabe yalnızca dört harften (dört farklı nükleik asit yapıtaşından) oluşur, ama bu harflerin bir araya gelmesiyle oluşan DNA dizilimleriyle hücrelerin her türlü proteini üretmesine olanak tanıyan uzun ve karmaşık tarifler yazılabilir. Bu tarifler aslında genlerdir. Gen tarifleriyle üretilen bazı proteinler, örneğin yumurta sarısındaki, gıda molekülleridir. Diğer genler enzim adı verilen özel bir protein

sınıfını üretir. Bunlar tükürüğümüzde bulunan amilaz enziminin nişastayı basit şekerlere ayrıştırmasına benzeyen çeşitli biyokimyasal tepkimeleri hızlandırır (katalize eder). Bir başka gen sınıfı da diğer genleri etkinleştirmeye veya etkisiz hale getirmeye yarar. Hücre, her an on binlerce farklı tarif hazırlayan ve bu tariflerden elde edilen çıktılar üzerinde ihtiyaca göre sürekli düzeltmeler yapan az otomatik bir mutfığa benzer.

Genomlar yalnızca etkin genleri içermekle kalmaz, eskiden faal olup işlevlerini kaybeden genlerin hayaletleri olarak tanımlanabilecek pseudogenleri de içerir. Bunlar artık kullanılmayan ancak yeni nesillerin doğmasıyla tarif kitabının her baskısında yeniden kopyalanan tariflerdir. İşlevsel genler orijinallerine sadık kalınarak kopyalanır ve düzeltilir. Ortaya çıkabilecek her türlü ölümcül hata, taşıyıcıların genetik hataları soya aktarmadan ölmeleriyle doğal seçim tarafından giderilir. Ancak bir genin işlevselliğini yitirmesinden sonra meydana gelen kopyalama hataları, canlıların hayatta kalması ve üremesi için zaruri süreçleri etkilemez ve bu yüzden hatalar zamanla birikerek gen diziliminin giderek daha da anlamsızlaşmasına yol açar. Pseudogenler ne kadar

uzun süre önce etkisiz hale gelmişse, hâlâ faal olan gen dizilimlerinden o kadar çok farklılık gösterir. Bu yüzden, “Bir yumurtanın beyazını çarpın,” şeklinde başlayan bir yemek tarifi, birkaç yüz nesil boyunca kullanılmadıktan sonra, “Bir yumurtanın beyazını çarpın,” ifadesine, birkaç bin nesil boyunca kullanılmadıktan sonraysa, “Bi murtan ayazın arpın,” gibi bir ifadeye dönüşebilir.

Yumurta sarısının ve sütün üretimine dahil olan farklı genlerin dizilimleri, yavrularını canlı olarak doğuran ve sütle besleyen memelilerle yumurtlayan atalar arasında gerçekleşen evrimsel geçişi yansıtır. Tavukların sahip olduğu yumurta sarısı genlerine benzeyen genler, kendi memeli soyumuzda 30-70 milyon yıl önce pseudogenlere dönüşmüştür.¹² Bu, süt proteinlerini üreten genlerin ortaya çıkmasından uzun bir süre sonra gerçekleşmiştir. Bu yüzden memelilerin aynı anda hem yumurta hem de süt ürettikleri bir ara dönem olmalıdır. Tavukların genomlarıyla, yumurtlayan memeli ornitorenkleri karşılaştırıldığında, tavuklarda yumurta sarısındaki proteini üreten bir genin ornitorenklerde de bulunduğu ve işlevini hâlâ yitirmediği keşfedilmiştir. Dolayısıyla ornito-renk genomu, beklendiği

üzere hem süt proteini hem de yumurta sarısı proteini üretmekten sorumlu genler içerir; türün değişmeden kalan bu özelliği, memelilerde yumurtlamaktan canlı yavru doğurmaya bir geçiş yaşandığını kanıtlar niteliktedir.

Yumurta, tohum ve süt, hepsi de her ebeveynin aşına olduğu temel bir sorunun cevabıdır: Bebeklerimizi nasıl korur ve besleriz? Kulağa gerçeküstü gibi gelse de bu üç krep malzemesinin her birinin evrimi, yaşamın dünya üzerindeki evriminin önemli dönüm noktalarıdır.

Krep genelde iştah açıcı bir başlangıç olarak servis edilmez, ancak umarım bu krep, yemekte daha başka neler sunulacağına dair içinizde az da olsa merak uyandırmıştır. Şimdi izninizle size menüdeki diğer yiyecekleri kısaca tanıtayım. Kullanılan tüm malzemelerin taze olduğunun ve yerel kaynaklardan tedarik edildiğinin garantisi verilir. Bilgi tedarikçileri, kitabın sonunda detaylı bir şekilde listelenmiştir. Bu arada şunu da belirtiyim, size sunduğum planı izleyebilir ya da isterseniz *à la carte* yemeyi tercih ederek kendi seçiminizi yapıp dilediğiniz sırayla da yiyebilirsiniz. Kahve, meyve ve kabuklu yemişler menüde bulamayacağınız şeyler çünkü

bunlar önceki kitabım *An Orchard Invisible: A Natural History of Seeds*¹³ [Görünmez Bir Meyve Bahçesi: Tohumların Doğal Tarihi] sunulmuştur. Sürekli aynı yiyeceklerin sunulmasından siz de nefret etmez misiniz?

Yemek pişirmek insan beslenmesinin temelidir ve 2. Bölüm’de de keşfedeceğimiz üzere, insanın evriminde merkezi bir rol oynayan, gerçek anlamda kadim bir uygulamadır. Benzer şekilde, kabuklu deniz hayvanlarının tüketilmesi de 70 bin yıl önce Afrika kıtasından göç eden küçük insan gruplarının hayatlarını sürdürmelerine olanak tanıyarak evrimleşmelerinde önemli bir rol oynayan kadim bir uygulamadır (3. Bölüm). Bitkilerin ve hayvanların evcilleştirilmesi esaslarına dayanan tarım, günümüz beslenme düzeninin temelini oluşturur. 4. Bölüm, tıpkı bir Paskalya çöreğinin kıvrımlı hamuru gibi iç içe geçmiş, tarım ortaya çıktığında ekinlerin kültürlenmesinin hikâyesiyle ekmeğin tarihini anlatıyor.

Sonraki iki bölüm bitkilerin ve diğer besinlerin kimyasal özelliklerine tepki vermemize olanak tanıyan tat ve koku alma duyularımızın nasıl evrimleştiğini konu ediniyor. Neleri yememiz ve neleri

yemememiz gerektiği konusunda hayat kurtaran seçimler yapmamız bu sayede mümkün oldu. Bu konular da çorba (5. Bölüm) ve balıkla (6. Bölüm) servis ediliyor.

Yetiştirdiğimiz mahsullerin evrimleşme sürecinde izlediği rotaları biz çizdik, ama bu ürünleri tüketirken onlar da bizim evrimleşme sürecimizi şekillendirdi. Ancak bir konuda dikkatli olmalısınız, Paleo diyeti hakkında yazılmış gıcırdayan raflar dolusu kitap size ne anlatırsa anlatsın, evrim kader değildir. Evrimin bizi Paleolitik dönemde nasıl şekillendirdiğine dayanarak muazzam miktarda et tüketmemiz bizim için daha faydalı olmayacaktır (7. Bölüm). Bizler hepçil canlılarız ve evrim çok bariz bazı kısıtlamaların ötesinde bize nasıl davranmamız veya ne yememiz gerektiği konusunda herhangi bir dayatma yapmaz. “Asla kafanızdan büyük bir şey yemeyin,” sözü bana oldum olası iyi bir tavsiye gibi gelmiştir. Yemek eleştirmeni Michael Pollan’ın da ifade ettiği gibi çoğumuzun halihazırda bildiği üç basit kural, alabileceğimiz en iyi sağlık tavsiyelerini içerir: yemek yiyin, ağırlıklı olarak bitkilerle beslenin ve aşırıya kaçmayın.

Evrimin diyetimizi ne kadar az kısıtladığı

yediğimiz sebzelere baktığımızda kolayca görülebilir (8. Bölüm). Yiyecek olarak umut vaat etmeyen ve zehirli birçok bitkiyi besin maddelerine dönüştürmek için dâhiyane yöntemler bulduk ve bu sayede 4000’den fazla bitki türünü tüketebiliyoruz. Tüketebildiğimiz bitkilerin çeşitliliğinin keyfine varmak isterseniz, 2013 yılında İskoçya Botanik Derneği üyelerinin, en fazla bitki türünü içeren Noel pastası tarifini bulmak için düzenlendiği yarışmanın bir katılımcısı olduğunuzu farz ederek bir pasta yapmaya çalışabilirsiniz. Kazanan tarife göre pişirilen pasta, 54 farklı bitki familyasına ait 127 bitki türü içeriyordu. Pastanın sadece üstünde şeker kaplı pekan cevizi, ceviz, kaju, badem, çamfıstığı, susam, melekotu, hindistancevizi tanecikleri ve çikolata kaplı kahve çekirdekleri bulunuyordu; ayrıca kurutulmuş ve üzerlerine pudra şekeri serpiştirilmiş menekşe, çuhaçiçeği, lavanta, biberiye, hodan, kış yasemini, papatya ve aynısefa çiçekleriyle süslenmişti.

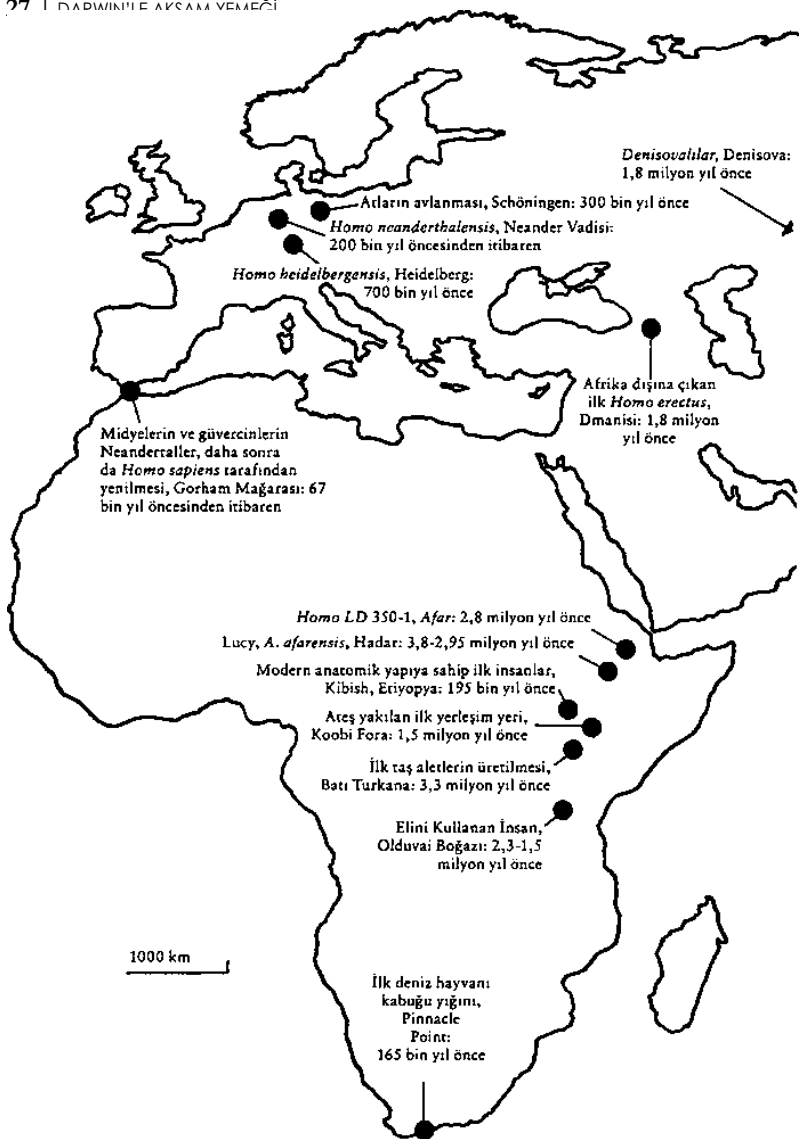
Bitkiler hayvanlar gibi koşarak veya uçarak düşmanlarından kaçamaz, bu yüzden evrim de onları kendilerini savunmaya yönelik stratejileri hayata geçirmeye zorlamıştır. Atletik becerileri olmayan, okuldaki “inek” bir çocuk gibi bitkiler de sahada

yavaş ve kırılğan olmalarını telafi etmek için kimya laboratuvarında üstün bir performans sergiler.

Dolayısıyla bitkilerin düşmanlarından kaçma yeteneğine sahip olmamaları gibi basit bir gerçek, yemek pişirme sanatını yakından etkileyen önemli sonuçlar doğurmuştur. Bu durum, 9. Bölüm'de de keşfedeceğimiz üzere, baharatların tadının; hardal ve yabanturpunun acılığının, zencefil ve kırmızıbiberin keskin yakıcılığının, ayrıca bitkilerin tüm şifa verici özelliklerinin sorumlusudur.

10. Bölüm'de kendimizi tatlılarla şımartarak şeker ve yağ tüketmeye yönelik ilkel arzularımızı tatmin edeceğiz. 11. Bölüm'e ulaştığımızda, sizin için hazırladığım peynir tatmin edici bir olgunluğa erişmiş ve dikkate değer bir tat kazanmış olacak. Tükettiğimiz diğer tüm besinlerin aksine peynirin doğada doğrudan bir karşılığı yoktur ama süt ve mikroplardan oluşan bu ürün evrimsel bir maya içerir. Mayalanmadan bahsetmişken, 12. Bölüm'de tıpkı meyve sineklerinin çürük meyvelere üşüşmesi gibi içki şişelerine dadanacağız. Mayaya ve mayayla şeytan içkisi arasındaki uzun evrimsel ilişkiye borçlu olduğumuz alkol, hem şarap uzmanlarını hem de sinekleri kendine çeker.

Sondan bir önceki bölümde (13. Bölüm) her zaman hafife alınsa da aslında yemek kültürünün temelinde yatan bir soruya değineceğim. Soru şu: “Yiyeceklerimizi niçin paylaşıyoruz?” Bu soruya evrime dayalı bir bakış açısıyla verilecek cevaplar herhangi bir öğünde mükemmel bir sohbete önayak olacaktır. Buradan çıkarılacak sonuçlardan biri de restoranların bile evrime dayanan kökenleri olduğudur. Son olarak, 14. Bölüm’de yiyeceklerin geleceğine ve genetik modifikasyonun yiyeceklerin evrimleşmesi konusunda oynadığı tartışmalı role değineceğim. Şimdi lütfen yemek masasında yerinizi almak için beni izleyin. *Bon appetit!*



Harita 1

İNSANLARIN ORTAYA ÇIKIŞI VE ET YEMELERİNİN EVRİM-
LEŞMESİ

YEMEK PİŞİREN HAYVAN

Yemek pişirmenin bizi insan yaptığı fikri çok eskilere dayanır. Düzenli olarak günlük tutan İskoç biyografi yazarı James Boswell 1785'te şu satırları kaleme almıştır: “Benim tanımıma göre İnsan, ‘Yemek Pişiren Hayvan’dır.¹ Vahşi hayvanlar hafızaya, muhakeme yeteneğine ve zihnimizin tüm yetileriyle tutkularına belirli oranda sahiptir ama hiçbiri aşçı değildir...” Boswell bu satırları Darwin’den önce kaleme almıştı, dolayısıyla evrime dayanan bir sav ileri sürmüyordu ama yemek pişirmenin türümüzün temel özelliklerden biri olduğu sonucu, diğer insanların da içtenlikle inandığı bir şeydir. İçgüdülerimize, bilimde genellikle kanıt sunabilen kaynaklar olarak itibar edilmese de, ilerleyen bölümlerde de göreceğimiz üzere bağırsaklarımız kilit öneme sahip tanıklardır.

Hiçbir vahşi hayvan aşçı olmadığına ve Boswell’in de ifade ettiği gibi, insanlar da yemek pişiren hayvanlar olduğuna göre, sorulması gereken en bariz soru şudur: Bu alışkanlığımız nasıl ve ne zaman evrimleşti? Büyük insansı maymun

kuzenlerimiz temelde vejetaryendir ve ağırlıklı olarak yapraklarla ve meyvelerle beslenir. Goriller yalnızca bitkilerle beslenir, ama şempanzeler fırsat bulduklarında diğer hayvanları yakalayıp yiyebilir ancak bu fırsatçı bir davranıştır ve şempanzeler de ağırlıklı olarak meyve yiyerek beslenir. Şempanzeler, bunu yapabilecek kadar zeki oldukları ileri sürülmüş olsa da, yemek pişiremezler.² Şempanzelerle ortak atalarımız da vejetaryen olmalıydı, dolayısıyla et yiyen ve yemek pişiren biz insanlar, vejetaryen, hatta vegan bir nesilden evrimleştik.

Bizimle diğer hayvan türleri arasında büyüyen uçurum, yalnızca beslenme düzeni ve yemek pişirmek açısından değil, zekâ, dil becerileri,

beynin boyutları ve anatomi açısından da görünürde çok büyüktür, çünkü biz evrim yolunu farkında olmadan takip ederken bazı ara türler soyları tükendiği için yok olmuştur.³ Biz bir zamanlar kardeşlerimiz olarak adlandırabileceğimiz birkaç türün, ayrıca akrabalarımız ve kuzenlerimiz olarak adlandırabileceğimiz düzinelerce farklı türün yaşadığı bir dünyada hayatta kalmayı başaran son insan türüyüz. Yani hepimiz, “homininler”iz.

Biz Afrika kökenli bir türüz. Charles Darwin,

henüz fosil bulgular elde edilmemişken yalnızca diğer büyük insansı maymunların -şempanzelerin ve gorillerin- Afrika kökenli olduğu gerçeğine dayanarak bu sonuca varmıştır.⁴ Günümüzde hem türümüzün Afrika kökenli olduğuna işaret eden bol miktarda fosil bulguya sahibiz hem de evrimleşme sürecimizin DNA'mızdan okunabilen tarihi bu görüşü desteklemektedir. DNA dizilimlerini karşılaştırarak evrim ağaçlarını yeniden inşa etmemize olanak tanıyan şey mutasyonlar veya genetik kodumuzdaki küçük değişimlerdir. Bu süreç akrabalık ilişkilerinin tanımlanması ve soyağaçlarının oluşturulması için nesilden nesile aktarılan soyadlarının kullanılmasına benzer.

Örnek olarak, benim soyadım Silvertown'ı ele alalım. Baba tarafından dedem, Silberstein soyadıyla Polonya'da dünyaya gelmiş. Dedem dört yaşındayken ailesiyle İngiltere'ye göç etmiş ve yaşı gelince burada terziilik işine başlamış. I. Dünya Savaşı patlak verdiğinde, kulağa Almanca gibi gelen soyadları işleri olumsuz etkilemeye başladığından büyükbabama 1914 senesinde soyadını Silvertown olarak İngilizceleştirmiş. Bu mutasyon yerel şartlara uyum sağlamak için geçirilen bir

adaptasyondur; evrimleşme sürecinde de sık karşılaşılan bir durum. Büyükbabam ne yaptığını tam olarak biliyor olsa da genetik mutasyonlar elbette rastlantısaldır. Elimde büyükbabamın, dükkânının önünde, üzerinde “Silvertovvn” yazan bir tabelanın altında gururla poz verirken çektiği bir fotoğrafı var. Soyadını değiştirdikten sonra işleri iyiye gitmiş, ailesi büyümüş. Günümüzde Silvertown soyadına sahip herkes (bildiğimiz kadarıyla) büyükbabamın soyundan gelmektedir.

Silberstein soyadını taşıyan diğer insanlar da soyadlarını İngilizceleştirmiş, ama bu insanlar “Silverstone” soyadını almayı tercih etmiş. Evrim terminolojisinde, Silberstein soyadının geçirdiği her iki mutasyon da ortak türemiş karakter olarak adlandırılır. Ortak türemiş karakterler soyun ağaçlarını oluşturmak için kullanılabilir; bunlar ister ailelerin soyağaçları olsun ister evrim ağaçları. Eğer Silvertown soyadını taşıyorsanız, bu ortak türemiş karakter büyükbaba Jack ve büyükanne Jenny’nin soyundan geldiğinizi gösterir. Eğer Silverstone soyadını taşıyorsanız, bu da soyağacının farklı bir dalma ait olduğunuzu ve daha uzak ortak akrabalarımız bulunduğunu gösterir. Mutasyon süregiden bir

faaliyettir. İnsanlar soyadımı sıklıkla “Silverton” olarak yanlış yazar. Eğer ben veya aile bireylerimden biri işi akışına bırakıp soyadımızın nispeten daha basit olan bu yazım şeklini benimseseydi, bu mutasyon ailemize gelecek nesillerde katılan bireyleri tanımlayan yeni bir ortak türemiş karakter oluştururdu.

Şimdi isterseniz hepimizin mensup olduğu daha geniş ailemize dönelim. Darwin *İnsanın Türeyişi* kitabını 1871’de yayımladığında aile albümümüz, kapığında ayna olan boş bir kitaptan ibaretti.⁵ İlk Ne-andertal kafatasları bulunmuştu ama o dönemde ne kadar eski zamanlardan kaldıkları ve ne kadar önemli oldukları henüz anlaşılamamıştı. Bu yüzden, o dönemde hominin toplantısı düzenlense, çok az sayıda davetlinin katıldığı ve katılımcıların yalnızlık çektiği bir etkinlikle sonuçlanırdı. Günümüzde binlerce hominin fosili keşfedilmiştir ve nispeten daha yakın tarihlerde yaşamış bazı akrabalarımızın genom dizilimleri hakkında da bilgi sahibiyiz. Atalarımızın ne yedikleriyle ve yiyeceklerini pişirip pişirmedikleriyle ilgilendiğimize göre, bunları öğrenmek için onları hayali bir akşam yemeğine davet etmekten daha iyi ne olabilir?

*El Dia de los Muertos*³ ataların anıldığı ve mezarlıkların piknik alanlarına dönüştüğü bir Meksika festivalidir. Festivalde mezarlar çiçeklerle süslenir ve insanlar birbirlerine kurukafa şeklindeki şekerlemelerle üzeri şeker kaplı çapraz kemik biçiminde ekmekler hediye eder. Bizim düzenlediğimiz hominin toplantısı en eski hominin atalarımızın temsilcilerinin bir araya geldiği *Un Gran Dia de los Muertos* (ölülerin en büyük günü) olacak. Davetiyeler gönderildi, tahtalı köyde bir ziyafet verileceği haberi anayurdumuz Afrika'nın dört bir yanma ve gezege- nin doğusundan batısına yayıldı.

İşte 1 Kasım ve homininlerin katılımıyla gerçekleşecek ilk büyük akşam yemeğinin vakti geldi çatı. Çene fosilinde tek bir dişi kalmış homininler bile bu akşam yemeğine katılacak. Akşam yemeğine katılamayan ve yalnızca geriye kalan ufak bir kemik parçasından tanıdığımız homininler de gönderdikleri e-postalarla genom dizilimlerini elimize ulaştırdı. Artık yapmamız gereken tek şey uzun süredir kayıp akrabalarımız için bir menü hazırlamak. Her konunun en iyi şekilde ağırlandığından emin olmamız için davete katılan her hominine birkaç soru sormamız gerekiyor: “Kimsiniz? Ne zaman yaşadınız?

Nereden geldiniz?” Ve tabii, “Yaşadığınız dönemde ne yediniz?” Konuklarımızın çok azı hayatta oldukları dönemde bu soruları anlayıp bize cevap verebilirdi. Şimdiyse en iyi şekilde korunmuş kafatasları bile bu soruları ancak anlamsız ve sabit bir sırtımayla cevaplayabilir ama şansımız var ki bu soruların çoğunun cevabını yemeğe katılmak için gelen konuklarımızı mercek altına alarak bulabiliriz. Ancak bu yöntemleri kendi evinizde denemenizi tavsiye etmem çünkü kafatası kapasitelerinin ve iç organlarının anatomik yapılarının belirlenmesi, ayrıca dişlerinin mikroskop altında incelenmesi gibi ayrıntıya girmeyi gerektiren işler çıkabilir.

Yemeğe teşrif eden ilk konuğumuz bilmem kaçınıcı kuşaktan büyük büyükannemiz Lucy. En eski akrabalarımızın hepsi gibi Doğu Afrika’dan geliyor. Dikkate değer biçimde bütünlüğü korunmuş iskeleti Donald Johansen tarafından Etiyopya’nın Hadar Çölü’nde bulunmuş. Lucy *Australopithecus afarensis* türüne ait ve keşfedildiği sırada kampta habire Beatles grubunun “Lucy in the Sky with Diamonds” şarkısı çaldığından Lucy ismi verilmiş. Hayattayken Lucy aşağı yukarı bir şempanzenin boyutlarındaydı ve insansı maymunların beyinlerine

benzeyen, bir şem-panzeninkinden sadece birazcık daha büyük, ufak bir beyne sahipti; yine de keşfedilmesinin dünya çapında yankı uyandırmasının nedeni Lucy'nin insanlar gibi arka ayaklarının üzerinde yürüyebilen ilk hominin türüne ait olmasıdır.

Lucy'nin arka ayaklarının üzerinde yürüyebildiğini bilmemizin yanı sıra takdir edilesi bir adli tıp çıkarımı sayesinde tırmanabildiğim de biliyoruz⁶. Lucy'nin kol kemiklerinden birinin üzerinde yapılan analizlerin sonuçları kemiğin çok yüksek bir yerden düşerek ezildiğine işaret ediyor. Bu düşüş yüksek ihtimalle Lucy'nin ölümüne neden oldu ve tırmanmayı bilmesine rağmen, ağaçların tepelerinde yaşamaya daha iyi adapte olmuş akrabaları kadar hünerli olmadığı izlenimini uyandırıyor. Ne de olsa, ayakları yürümek için yaratılmış.

Lucy ve türdeşlerinin beslenme alışkanlığı çoğunlukla vejetaryen olsa da yedikleri bitkiler şempanzelerin yediklerine göre daha çeşitliydi ve görünüşe bakılırsa eskiden var olan birkaç *Australopithecus* türü, genel anlamda, şempanzelere kıyasla, daha fazla çeşitlilik gösteren ortamlarda yaşamaya adapte olmuştu.⁷ *A. afarensis*, bol miktarda sert yiyecek çiğnediğinin işareti olan,

şempanzelerinkinden daha büyük yan dişlere, daha ufak köpek dişlerine ve daha güçlü çenelere sahipti.⁸ Biliminsanlar kendi cinsimiz *Homo'nun* kökenlerinin bir *Australopithecus* türüne, yüksek ihtimalle 3,8-2,95 milyon yıl önce yaşamış Lucy'nin de ait olduğu *A. afarensis* türüne dayandığı konusunda fikir birliğine varmıştır.

Sevgili Lucy boyunun kısalığını telafi etmek için bir bebek koltuğuna ihtiyaç duyacak ve bir şempanzenin sofra adabına sahip olduğu için kesinlikle çatal bıçak kullanmayacak ancak nasıl olduysa atıştırma-lık sebzelerin ve meyve salatasının tadına doyamayacaktır! Belki de Lucy fırsat bulursa komşularından bir miktar pişmiş yemek bile çalabilir, çünkü yapılan deneyler kendilerine seçenek sunulduğunda büyük insansı maymunların pişmiş yemekleri çiğ yiyeceklere tercih ettiğini ortaya koymuştur. Psikolog Penny Patterson çarpıcı bir araştırma kapsamında Koko adında bir gorili yetiştirmiş ve ona kendisiyle iletişim kurmasını öğretmiştir. Patterson Primatolog Richard Wrangham'a, Koko'ya ne tür yiyecekleri tercih ettiğini sorduğunda neler olduğunu anlatmıştır: "Video kaydı yaptığım sırada Koko'ya (sol elimi göstererek) sebzeleri pişmiş

olarak mı yoksa (sağ elime işaret ederek) çiğ olarak mı yemeyi sevdiğini sordum. Cevap olarak (pişmiş sevdiğini belirtmek için) sol elime dokundu. Daha sonra ona niçin pişmiş sebzeleri daha çok sevdiğini sordum. Bunu sorarken bir elim, ‘tadı daha iyi,’ diğer elimse ‘yemesi daha kolay,’ seçeneklerini temsil ediyordu. Koko bu soruya ‘tadı daha iyi’ seçeneğini tercih ederek cevap verdi.”⁹

Vejetaryenler paleoarkeolojik kayıtlarda ne yediklerini gösteren çok az iz bırakır ya da daha doğrusu geride bıraktıkları izler çok azdır. Fitolit adı verilen -yaprakların yapısında bulunan ve yenilmeleri durumunda dişlerin arasına sıkışabilen- çok ufak silis taneciklerinin karakteristik şekilleri bize Lucy’nin ne tür bitkilerle beslendiği hakkında bilgi sunabilir. Diğer taraftan et yiyen homininler bize yalnızca yedikleri canlıların, üzerlerinde -hayvanları kesmek için kullandıkları taştan aletlerle yarılan- karakteristik kesik izleri bulunan kemiklerini bırakmakla kalmamış, bazen de taştan imal ettikleri kesici aletlerin kendilerini bırakmıştır. Hayvanların taş aletlerle kesildiğine işaret eden izler barındıran ilk kemikler Etiyopya’da, Lucy’nin bulunduğu bölgede keşfedilmiştir. Sözkonusu kemikler 3,39

milyon yıldan daha eskidir ve onları saran etlerin sıyrıldığı ve iliğe ulaşmak için kemiklerin kırılarak içlerinin açıldığı görülmektedir. Görünüşe bakılırsa *A. afarensis* tamamen vejetaryen değildi ve yalnızca kemikleri kemirmekle kalmıyor, bunun yanında yediği etleri de sindirebiliyordu.¹⁰

Kısa bir süre öncesine kadar taş aletlerin üretilmesinin yalnızca insanlara özgü bir beceri olduğuna, *Hotno öncesi tüm* homininlerin tek becerilerinin uygun şekilli taşlar kullanarak kemik kırmak olduğuna ve ölü hayvanların etlerini kazıdıklarına inanılıyordu. Ancak 2015'te, Kenya'nın Batı Turkana bölgesinde keşfedilen bir paleoarkeolojik sahada 3,3 milyon yıl önce, ilk *Homo* türünün ortaya çıkmasından en az 500 bin yıl öncesinde üretilmiş taş aletler bulunmuştur.¹¹ Doğu Afrika'nın farklı bir bölgesinde, Etiyopya'da yaşayan homininler 2,5 milyon yıl önce büyük hayvanları temizleyip filetolarını çıkarıyordu, belki de parçalara ayırıp derilerini yüyüyordu.¹² Hayvanların taş aletlerle kesildiğine işaret eden bu antik kalıntılar bir araya geldiğinde, et yeme alışkanlığının yalnızca 200 bin yıl önce evrimleşmiş kendi türümüz *Homo sapiens*tn çok daha öncesine, ilk insan türünün

(*Homo*) *Australopithecus*'tan evrimleşmesinden bile önceki bir zamana, yaklaşık 2,8 milyon yıl öncesine dayandığı görülmektedir. Dolayısıyla insanlar antik çağlardan beri et yiyen hepçil canlılardır ve *Homo* cinsine ait en eski akrabalarımız da etrafındaki hayvanları sanki hayatta kalmaları buna bağılıymış gibi büyük bir hevesle kesip yemiştir. Peki ama kimdi bunlar?

Homininlerin aile toplantısında oturma düzenini yaşa göre sıralayacak olursak, ilk ortaya çıkan *Homo* türü için masada ayrılan boş sandalye *Australopithecus afarensis*'i temsil eden Lucy'le tanınmış bir insan türü olan *Homo erectus*'un arasına yerleştirilmelidir. Eğer ilk insan bu iki türün arasında yaşamış bir ara türse, bu iki türü karşılaştırarak *Australopithecus*'tan daha iri olması ve daha büyük bir beyne sahip olması gerektiğini söyleyebiliriz. Peki ama ilk insan türünün başka ne gibi farklılıkları vardır ve aradaki boşluğu doldurmak için masaya kaç sandalye daha koymamız gerekir? Aradaki boşluğu doldurmaya aday birkaç tür, paleoantropologların kendilerini doğru yere yerleştirmelerini beklerken lobide aylak aylak dolaşmaya bırakılmıştır. Adaylardan biri *Homo habilis* veya “Elini Kullanan

İnsan"dır. Bu türe ait ilk fosil 1%0'larda keşfedilmiş ve adlandırılmıştır. Yapılan kazıda birkaç taş aletin yanında yatan iki kafatası parçası ve bir elin kemikleri bulunmuştur. Bu belki de kayıtlara geçen ilk mutfak kazasının yaşandığı yerdir, ne dersiniz?

İlk "Elini Kullanan İnsan" fosili yalnızca 1,8 milyon yaşındaydı, ama yakın zaman önce bu türe ait daha eski fosillerin bulunması *Homo habilis*'in kökenlerini 2,3 milyon yıl öncesine çekmiş,¹³ *Homo* cinsinin *Australopithecus*'t&n evrimleştiği düşünülen tarihe, yani 2,8 milyon yıl öncesine daha da yakınlaştırmıştır. Bu fosil *Homo habilis*'in, *Australopithecus afarensis*'le benzer bir çene yapısına, *Homo erectus*'la da benzer bir kafatası kapasitesine sahip olduğuna işaret eder. Bu yüzden *Homo habilis*ler, bu iki türün arasında oturduğunda pek de göze batmayacaktır. Yalnızca dişlerine bakılarak değerlendirildiğinde, Elini Kullanan İnsan'ın yiyeceklerini Lucy'yle aynı kuvvetle çiğnediğini söylemek mümkündür¹⁴ ama Lucy ve Elini Kullanan İnsan arasına sıkıştırabileceğimiz bir rakip daha vardır.

Etiyopyalı antropolog Chalachew Seyoum 2013'te, *Australopithecus afarensis*At *Homo habilis* arasında yer alması gereken bir türe aitmiş

gibi görünen yeni bir çene fosili keşfetmiştir.¹⁵ Fosilin kökenlerinin hangi tarihe dayandığı olağanüstü bir hassasiyetle hesaplanmış ve yalnızca 5000 yıllık sapma payıyla 2,8 milyon yıl öncesine ait olduğu belirlenmiştir. Dişleri insanlara özgü bazı özellikler taşısa da çene yapısı *Australopithecus* çenesine benzer. Bu fosile pek de çekici olmayan LD 350-1 ismi takılmıştır; bunun aile fertlerinden birine takılacak bir isimden ziyade bir araç plakasına benzediğini düşünebilirsiniz ama *A. afarensis* ve *Homo habilis*'ten farklı olan bu türün şu an için başka bir adı yoktur. *Homo* cinsimizin bu yeni ve muhtemelen ilk üyesi, Lucy'nin yaşadığı yer Hadar'ın hemen 30 kilometre uzağında ve en eski taş aletlerin bulunduğu kazı alanıyorsa yalnızca 40 kilometre mesafede bulunmuştur.

Böylelikle, homininlerin Afrika kıtasının tam olarak hangi bölgesinde insana dönüştüklerini ve hayvanları keserek et yemeye başladıklarını birkaç günlük yürüme mesafesi içinde belirlemiş olduk. McDonald's'ın ilk restoranını nerede açtığını belirlemekten biraz daha heyecan verici bir durum. Ancak hominin toplantısına şimdiye dek katılan konuklarımızın tümü yemeklerini pişirmeden yiyor.

Zavallı LD 350-1 yüzünde üzgün bir ifadeyle kayıtsızca isim etiketiyle oynayıp saatler boyunca kanlı bir bifteği kemiriyor. Yemek arkadaşı Elini Kullanan İnsan, etini, günlerdir uğraşıp şekil verdiği taş bir bıçakla kesmiş.

Beklendiği üzere davete *Homo erectus* da teşrif ediyor. İçeri girerken boyunun yalnızca 130 cm olduğu ancak vücut orantısının bizimkine benzediği gözümüze çarpıyor.¹⁶ Partiye taştan bir baltayla gelmiş ve sorun çıkarabilirmiş gibi görünüyor. Acaba diğer konukların yediği çiğ etten ona da sunsak bize gücenir mi? Yoksa mobilyaları kırıp eti pişirmek için bir ateş mi yakar? Dişlerine gizlice bakmamız bize bu sorunun cevabı hakkında bir ipucu verebilir. İlk *Homo erectus* ataları *Homo habilis* ve *A. afarensis* gibi iri yan dişlere sahipti ama daha sonraki dönemlerde yaşamış *Homo erectus*'a ait fosiller bu türün dişlerinin zamanla evrimleşerek küçüldüğünü ve eskiden olduğunun yalnızca yarısı kadar çiğnemelerini gerektiren yumuşak besinler tüketmeye uygun hale geldiğini ortaya çıkarmıştır.¹⁷ Bu durum *Homo erectus*'un yemek hazırlama becerilerinin gelişmiş olabileceği, hatta belki de bir aşçı olduğu izlenimini uyandırır. 1,95 milyon yıl

öncesine gelindiğinde, homininler büyük olasılıkla Kenya'nın kuzeyinde yer alan Turkana Havzası'nda yaşayan *Homo erectus*'lar suaygırı, gergedan ve tim-sah gibi avlanması zor hayvanları öldürüp kesiyor,¹⁸ ayrıca balık ve kaplumbağayla da besleniyorlardı. Ancak *Homo erectus*'un ve et yiyen atalarının yalnızca et yemediğinden emin olduğumuzu söyleyebiliriz. Bu türlerin hayatta kalmalarını sağlayacak beslenme düzeninin hem enerji hem de protein sağlaması gerekir ve yağsız et bol miktarda protein sağlasa da zayıf bir kalori kaynağıdır çünkü proteinin sindirilmesi ve bir kısmının glikoza dönüştürülmesi için enerji harcanması gerekir ve bu süreçte az miktarda enerji salınır. Harcadıkları kaloringin yaklaşık üçte birinden fazlasını yağsız etten alan insanlar, hızla "tavşan açlığı"¹⁹ denilen ve zamanında sadece yakalayabildikleri küçük hayvanlarla beslenerek hayatta kalmaya çalışan ilk Amerikalı kâşifler arasında yaygın olarak görülen bir hastalığa yakalanırlar. Sadece yağsız et tüketerek beslenmek vücuda yeterli miktarda kalori sağlamaz ve mevcut tek besin kaynağı bu olduğunda insanlar açlığını gidermek için beyhude bir girişimde bulunarak daha da fazla et tüketir, bu da protein zehirlenmesine yol açar.

Et aşırı miktarlarda tüketildiğinde zehirler çünkü proteinin sindirilmesiyle oluşan ihtiyaç fazlası aminoasitler karaciğerin onları temizleme kapasitesini aşar. Karaciğer ihtiyaç fazlası aminoasitleri üreye dönüştürür ve oluşan üre de böbrekler tarafından kan dolaşımından atılır ancak fazla miktarda üre böbreklerde de aşırı yüklenmeye neden olabilir. Bu sorunları diyetle yeterli oranda yağ katarak önlemek mümkündür, çünkü yağ vücudun ihtiyaç duyduğu eksik kalorileri sağlayarak glikoz ihtiyacının ve açlık hissinin çok fazla et tüketilmeden giderilmesine yardımcı olur. Yetişkin Inuitler yalnızca hayvanlarla beslenerek hayatta kalabilir çünkü hayatlarını idame ettirmek için yedikleri Arktik bölge memelilerinin eti bol miktarda yağ içerir ancak çocukları bir miktar bitkiye ihtiyaç duyar. Buna karşın, *Homo'nun* evrimleştiği Afrika savanında yaşayan vahşi hayvanların eti çok az miktarda yağ içerir. Dolayısıyla çoğunlukla vejetaryen atalardan evrimleşmiş ilk *Homo* türleri, sınırsız et tüketimiyle başa çıkmak açısından böylesine bir diyetle adapte olmuş, kediler gibi gerçek etçil canlılarla boy ölçüşecek kadar başarılı olamamıştır.

İlk *Homo*, ihtiyaç duyduğu enerjiyi yüksek

ihtimalle atalarınıninkiyle aynı temel enerji kaynağından, yani bitkisel karbonhidratlardan elde etmiştir. Bugün bile, beslenme düzenimizdeki karbonhidratların çoğunu bitkilerden temin ederiz, ihtiyaç duyduğumuz karbonhidratlar artık çoğunlukla buğday, mısır, pirinç, Hint yerelması ve patates gibi tarım kaynaklarından elde edilir. Afrika kıtasında hayatta kalmayı başaran ve yüksek ihtimalle çok eskiden yaşamış atalarımızla benzer hayatlar sürdüren avcı toplayıcı kabileler günlük enerji gereksinimlerinin üçte birine yakın kısmını bitkilerin yumruları ve soğanlarından, tohumlarından, kabuklu yemişlerden, meyvelerden ve diğer yabani bitki kaynaklarından elde etmektedir.²⁰ Bunlar Afrika kıtasında 2 veya 3 milyon yıl önce de mevcut olan kaynaklardır.

İlk homininlerin yediği bitkiler hakkında dolaysız yoldan bilgi edinmemize olanak tanıyacak fosil bulgular günümüze kadar ulaşmayı başaramamıştır, ama elimizde ihtiyaç duydukları karbonhidratları yüksek ihtimalle bitkilerin yeraltı depolama organlarından elde ettiklerine işaret eden dolaylı kanıtlar bulunmaktadır. Örneğin, *A. afarensis* türü Doğu Afrika'yı mesken edinmişken, Orta Afrika'da yer

alan Çad Gölü'nün kıyılarında yaşayan *Australopithecus bahrelghazali* türüne ait fosillerden elde edilen kimyasal bulgular, bu homininin kalori ihtiyacının yüzde 85'ine varan kısmını tropikal otlar veya sazlarla giderildiğini gösterir.²¹ Bu bitkiler sert yapraklı ve yeteri kadar besleyici olmadığından *A. bahrelghazali* yüksek ihtimalle bunların besili saplarını ve yeraltında kalan nişasta yüklü parçalarını yiyerek besleniyordu. Nitekim günümüzde de hem insanlar hem de babunlar yer bademi *Cyperus esculentus* gibi bitkilerin yeraltında yetişen yumrularını yemektedir. Antik Mısır'da hem çiğ hem de pişirilerek yenen, bol miktarda yağ ve nişasta içeren bu bitki türü lezzetli ve besleyici yumruları için yaygın olarak yetiştirilmekteydi.²² Yer bademi İspanya'da yetiştirilir, bununla birlikte bu bitki diğer bölgelerde o kadar yaygın ve inatçıdır ki dünyanın en zararlı otları arasında ilk sıralarda gösterilir. Minnesota eyaletinde yapılan bir deneyde ekilen tek bir yumrudan, sadece on iki ayda yaklaşık 7000 adet yumru veren 1900'den fazla bitki²³ yetişmiştir!

Yer bademi yumruları, uygun dişlere sahip olmayan homininler için sorun yaratabilecek sert kabuklara sahiptir. Acaba homininlerin eski yerleşim

alanlarında bol miktarda bulunan kesici taş aletler yumruları soymak için kullanılmış olabilir mi? Bunu anlamak için, keskin kenarlarının üzerinde antik çağlarda kullanılmalarına bağlı olarak oluşmuş çizikler ve izler bulunan, kuvarstan üretilmiş, 2 milyon yıllık kesici aletlerle, aynı aletlerin Kenya'daki bir kazı sahasında bulunan, aynı malzemeden üretilmiş modern versiyonları karşılaştırılmıştır.²⁴ Modern kesici aletler simülasyonla denenmiş, farklı hayvansal ve bitkisel besinler üzerindeki farklı kullanımların, kesici kenarlarda ne gibi karakteristik hasarlar bırakabileceği görülmüştür.

Bu deneyin sonucunda yeraltından çıktıklarında toprak ve iri kum taneleriyle kaplı bitkisel depolama organlarını soymak için kullanılan yeni aletlerin üzerindeki izlerin ilk aletler üzerindeki bazı izlerle eşleştiği görülmüştür. Bu bulgular ilk aletlerin de aynı amaçla kullanılmış olabileceğine işaret eder. Bu bir polisiye olsaydı, 2 milyon yıl önce ve daha eski tarihlerde yaşamış homininlerin bitkilerin depolama organlarını ana bileşen olarak beslenme düzenlerine dahil etmek için yeterli sebebe, imkâna ve fırsata sahip oldukları sonucuna varırdık. Bunu yapmalarının sebebi olarak karbonhidrat

gereksinimlerini, imkân olarak (dişleri olmasa bile) taştan alet üretme teknolojisine sahip olmalarını ve fırsat olarak da yaşadıkları bölgelerde uygun bitkilerin bol miktarda yetişmesini gösterebilirdik.

Homo erectus konuğumuzu nasıl beslememiz gerektiğine dair araştırmalarımızı sürdürdüğümüzde, onun en çok seyahat eden hominin türlerinden biri olduğunu keşfederiz. *Homo Erectus* tıpkı kendi türümüz gibi Afrika'dan göç etmiş ama bizden 1,7 milyon yıl önce yola çıkmıştır. Afrika kıtasının dışında bulunan en eski insan fosilleri *Homo erectus* türüne aittir ve Asya'nın batısında yer alan Kafkas Dağları'ndaki Dmanisi kasabasında keşfedilmiştir. Dmanisi fosilleri Afrika'da yaşayan eski *Homo erectus*'lan andırmaktadır ve bu fosillerin arasında, bilinen ilk en eksiksiz insan kafatası da yer almaktadır.²⁵ Bu fosiller yaklaşık 1,8 milyon yıl öncesinden kalmaz ve *Homo Erectus*'un, türün Afrika'da evrimleşmesinden çok kısa süre sonra Avrasya'ya girdiğini göstermektedir. Türlerin çeşitliliği bundan sonra hızla artmış ve Batı'da Akdeniz'den Doğu'da Çin'e kadar yayılmıştır.

Homo erectus'un hem etle hem de bitkiyle beslenen hepçil bir tür olduğundan emin olsak da

onlardan geriye kalan fosiller sıklıkla fillerin kalıntılarıyla beraber bulunduğundan, bu türün özel olarak fillere bağımlı yaşamış olabileceği düşünülmektedir. Yemek için avladıkları fillerin devasa gövdelelerinden elde ettikleri et ve yağ onlara önemli bir besin kaynağı sağlamış olmalı.²⁶ Fillerin kemikleri ve dişleri çeşitli aletler yapmak için kullanılmış ve *Homo erectus*'lar nereye giderse gitsin bu devasa otoburların bir türü, onlara güvenilir bir av kaynağı sunmak üzere bir şekilde etraflarında bulunmuştur. Filler 400 bin yıl önce Akdeniz'in doğusunda yok olduklarında, *Homo erectus* türü de onlarla beraber yok oldu. Hatta geçtiğimiz 1 milyon yıl içinde dünya haritasının üzerinde bir insan türünün ortaya çıktığı neredeyse her yerde, o bölgedeki fil türünün soyu tükenmiştir.²⁷

Dolayısıyla eğer elimizde daha ufak dişlere ve daha büyük bir beyne sahip nispeten daha yeni model bir numune varsa, *Homo erectus* konuğumuza yemekte bir fil bifteğinin yanında soyulmuş yer bade mi yumruları sunmamız yerinde olacak gibi görünüyor. Peki ama konuğumuz kendisine sunduğumuz bu yemekleri pişirilmesi için mutfığa geri yollar mı? Böyle olacağını düşünmek için geçerli

nedenler var ancak *Homo erectus* türünün pişmiş yemek yediğini gösteren kesin bulgulara rastlamak şaşırtıcı derecede zor. Ateş yakma alanları, kasaplık yapıldığını gösteren bulgular, taş aletler ve insan fosilleri bize yalnızca bu türün yiyeceklerini pişirdiğine dair ikinci dereceden kanıtlar sunuyor. Bir mağarada antik çağlarda yakılmış bir ateşin küllerini bulabilirsiniz ama sözkonusu ateşin, söndürülmesi güç bir yangının sonucu olmayıp bilinçli olarak yakıldığından nasıl emin olabilirsiniz? Ateş yakma alanlarında hayvan kemikleri bulabilirsiniz ama bu kemiklerin üzerindeki etlerin pişirilip yendiğini nereden bilebilirsiniz? Eğer konuya bu kadar şüpheli yaklaşmıyorsanız Afrika'da ilk mangal partilerinin 1,5 milyon yıl önce düzenlenmiş olabileceğine işaret eden, içinde yanmış hayvan kemiği kalıntılarının bulunduğu hatta buradaki bazı kemiklerin üzerinde kasaplık yapıldığına dair izlere de rastlanan çeşitli ateş yakma alanlarının olduğunu söyleyelim.²⁸

Neyse ki yeme alışkanlıkları insan evrimini çok derinden etkileyerek şekillendirdiğinden, elimizde bu konuyu açıklığa kavuşturmamıza yardımcı olabilecek hem biyolojik hem de paleoarkeolojik bulgular var.²⁹ Harvard Üniversitesi'nde primatolog

olarak görev alan Richard Wrangham, tüm bu bulguları *Catching Fire: How Cooking Made Us Human*³⁰ [Alev Almak: Yemek Pişirmek Bizi Nasıl İnsan Yapar] adlı kitabında derleyerek yemek pişirmenin, nispeten daha büyük beyinli ve 1,5 milyon yıl önce yemek pişiren ilk insan türü olduğuna inandığı *Homo erectus*'un evrimleşmesinde önemli bir rol oynadığına dair ikna edici bir sav ortaya atmıştır. Wrangham kitabında biz ve *Homo erectus* da dahil tüm *Homo* türlerinin şempanzelerle kıyaslandıklarında nispeten daha küçük ağızlara, daha zayıf çenelere, daha ufak dişlere ve midelere ve daha küçük bağırsağa sahip olduğuna dikkat çeker. Baş ve karın bölgemizin tüm bu özellikleri, pişmiş yiyecek diyetindeki yoğun enerjili, yumuşak gıdalara uyum sağlamak için geçirilen adaptasyonlardır.

Elimizde *Homo erectus*'ların bağırsak yapılarına dair kesin tespitler yapmamıza olanak tanıyan kesin bulgular yok elbette ancak göğüska-feslerinin ebadından ve şeklinden yola çıkarak karınlarının çiğ yemek yiyen otoburların hacimli bağırsaklarını barındırabilecek kadar büyük olmadığını biliyoruz. *Australopithecine* Lucy, primatlar arasında norm olduğu üzere çiğ ve vejetaryen besleniyordu,

ama insanlar fazla yer tutan, lif bakımından zengin, enerji bakımından fakir besinlerden fazla

miktarda sindirebilecek donanıma sahip değildir. Beslenme düzenimiz evrim sürecimizde değişime uğramamış olsaydı, bizim ebadımızdaki bir primatın çiğ bitkisel gıdaları sindirebilecek kapasiteye sahip olması için kalın bağırsaklarının en az yüzde 40 oranında daha büyük olması gerekirdi. Bu tür bir diyeti benimseyip yiyeceklerini pişirmeden tüketerek hayatlarını devam ettirmeye çalışan insanlar sürdürülemez yollardan kilo verir. Yalnızca çiğ bitkisel gıdalar tüketerek uzun süre boyunca hayatta kalmak bizim için imkânsızdır.

Bir an için durup şimdiye dek hominin ziyafetimize katılan konuklarımıza baktığımızda, bir taraftan yemek pişiren hayvanın çiğ yiyeceklerle beslenen atalarını görebiliyoruz, diğer taraftan da evrimin zamanla nelere yol açtığını biliyoruz, ancak yiyeceklerin pişirilmesinin neden olduğu büyük değişimin tam olarak ne zaman ve niçin meydana geldiği konusunda net bir bilgiye sahip değiliz. Anatomik bulgulara dayanarak ilk aşçının yüksek ihtimalle *Homo erectus* türü olduğunu söyleyebiliriz. Peki ama bu atamız, uzun tarihinin hangi

döneminde yiyeceklerini pişirmeye başlamıştır?

MHY16 adı verilen ve insan olmayan primatlarda çene kaslarını güçlendiren bir genin 2 milyon yıldan uzun bir süredir insan soyundan kaybolduğuna işaret eden genetik bulgular bulunmaktadır.³¹ Belki de ilk *Homo erectus*'lar o dönemde yiyeceklerini pişirmeye ve güçlü çene kaslarına giderek daha az ihtiyaç duymaya başlamışlardı, hatta güçlü çene kasları belki de ufalan dişlerini kırma riski taşıyordu. Yiyeceklerin tam olarak ne zaman pişirilmeye başlandığı sorusunun cevabı muhtemelen daha fazla fosilin keşfedilmesi ve daha fazla paleoarkeolojik bulgunun elde edilmesiyle netlik kazacaktır. Yiyeceklerin *niçin* pişirilmeye başlandığı sorusunun cevabı, yiyeceklerin *ne zaman* pişirilmeye başlandığına ilişkin gizemle kıyaslandığında çok daha açık ve nettir. Yiyeceklerin pişirilmesi besinlerin daha kolay sindirilebilmesini sağlamış,³² bu besinlerden daha fazla enerji elde edebilmemize olanak tanımış ve çok sayıda toksini etkisiz hale getirerek hominin evrimi için yepyeni olasılıklar doğurmuştur.

Patates veya yer bademinin yumrusu, bu bitkilerin gelecekte büyümek ve üremek için

kullanacakları enerji kaynaklarını depolamak maksadıyla kullandıkları tam teçhizatlı mahzenlere benzer. Tahmin edilebileceği üzere bu değerli enerji depoları dışarıdan gelebilecek olası saldırılara karşı çok sayıda farklı savunma mekanizmasıyla korunur. Birincisi, bu yumrular gözden ırak yerlerde, genelde toprak altında gömülüdür ve bu yüzden neredede olduklarının keşfedilmesi ve kazılarak çıkarılması gerekir. Ayrıca yer bademinde olduğu gibi sert bir kabuğa sahip veya manyok (cassava) bitkisi gibi işlemiden geçirilmeden yenmelerine engel olan toksinlerle dolu olabilirler. Yumrularındaki nişasta da bağırsakların içindeki sindirim enzimlerinin erişim sağlayamayacakları kadar sıkı paketlenmiştir. Yeterince pişmemiş patates, özellikle de çocukların bağırsaklarından ayrıştırılamamış iri parçalar halinde geçebilir. Son olarak da nişasta molekülleri kristal yapıları bloklar halinde dişlerin, hatta taşların arasında öğütülerek açığa çıkarılamayacak kadar minik grandilerin içinde hapsedilmiştir. Pişirme işlemi yumruların savunma mekanizmalarını büyük ölçüde etkisiz kılarak toksinleri ve enzim inhibitörlerini yok eder, besin maddelerinin dokularını yumuşatır ve nişastanın kuru ve kristalli yapısını nemli ve

jelatinimsi bir kıvama dönüştürerek nişasta grandillerini açar ve sindirim enzimlerinin nişasta moleküllerine erişim sağlamalarına ve bu molekülleri ayrıştırmalarına olanak tanır. Et ve yağ da pişen yemeklere, çiğ haldeyken yalnızca bir aslanın midesinde bulunabilecek miktarlarda besin, enerji ve tat katar.³³

Wrangham yiyeceklerin pişirilmesinin, büyük bir beynin ihtiyaç duyduğu enerjiyi sağlayarak bizi insan yaptığını ileri sürer. İnsan evriminde görülen en önemli eğilim geçtiğimiz 2 milyon yıl boyunca beynin istikrarlı bir şekilde büyümesidir. Beyinlerimiz artık diğer primatların beyinlerine oranla üç kat daha büyüktür ancak mutlak büyüklük tek başına pek de fazla bir şey ifade etmez.³⁴ İneklerin de beyni büyüktür ama pek de zeki oldukları söylenemez. Büyük, akıllı beyinler karmaşık dil becerilerinin, soyut düşüncenin ve bunlardan türeyen, insanlara özgü diğer yeteneklerin gelişmesi için fırsat yaratmıştır. Beyin enerji açlığı çeken bir organdır. İnsan beyni vücut ağırlığının yaklaşık yüzde 2'sini oluşturur ancak dinlenme halindeyken vücudun tükettiği enerjinin yüzde 20'sini kullanır. Bu enerjinin büyük bir kısmı sinaps³⁵ adı verilen sinir hücrelerini

birbirine bağlayarak beynin işlevinin temelini oluşturan elektriksel bağlantı noktalarında harcanır.

Ağırlık esas alınarak değerlendirildiğinde bağırsaklar da beyin kadar enerji açlığı çeker ancak beyinlerimiz bizim boyutlarımızdaki primatların normalde sahip olduklarına oranla çok daha büyük olsa da, bağırsaklarımız çok daha küçüktür. Evrim bağırsaklarımıza harcanan enerjiden tasarruf ederek büyüyen beyinlerimize savurganlık yapacak kadar enerji kaynağı ayırmıştır.³⁶ Wrangham'ın hipotezi yiyeceklerimizi pişirmenin, besin maddelerinin enerji değerlerini artırarak, ufak ebatlı bağırsaklarımızın beynimizin evrimi için gerekli enerjinin sağlanmasını mümkün kıldığını ileri sürer. Bağırsakları bir yakıt deposuna benzetecek olursak, yiyecekleri pişirmenin aldığımız yakıtın oktanını artırdığını, ayrıca motorlarımızın daha hızlı çalışmasına olanak tanıdığını söyleyebiliriz. Büyük insansı maymunlarla insanların metabolizma hızlarının karşılaştırıldığı son araştırmalarda elde edilen beklenmedik sonuç, metabolizma hızımızın bir şempanzenin metabolizma hızından yüzde 27 oranında yüksek olduğunu ortaya koymuştur.³⁷ Başka bir ifadeyle, insanlar hem insansı maymunlardan daha yüksek oktanlı

yakıt tüketir hem de tükettikleri yakıtı onlardan daha hızlı bir şekilde yakar. Aynı ağırlıktaki şempanzelerle insanlar mukayese edildiğinde, insanların enerjiye ayırdığı bütçenin şempanzelerin enerji bütçesinden daha fazla olduğu görülür. Peki ama bu fazladan enerjiyi nerede harcıyoruz? Düşünün!

Belki de yiyeceklerini pişiren bir hayvan olduğumuzu gösteren en ikna edici delil, beynin gelişimiyle yiyeceklerin pişirilmesi arasında ayrılmaz gibi görünen bir bağ olmasıdır. İnsanların evrim sürecinde, bağırsaklarımızın küçülmesi ve beyinlerimizin büyümesi aşağı yukarı aynı zamanlarda gerçekleşmiştir.³⁸ *Homo erectus* bu eğilimin vücut bulmuş halidir ve eğer Wrangham haklıysa, konuğumuzun şimdiye dek, pişmiş yiyeceklerini önüne sunmamız için masayı yumruklayıp feryat ederek ortalığı birbirine katmış olması gerekirdi. Ölülerin bu şekilde gürültü çıkararak ortalığı birbirine kattığı şu ana dek görülmemiştir.

Homo erectus konuğumuza ne yedireceğimize ilişkin belirsizliği giderip aç akrabamızı ağız dolusu pişmiş yemekle susturduğumuza göre dikkatimizi bir sonraki konuğumuza verebiliriz. Uzun boylu, iri yapılı bir hominin, elinde iki metre

uzunluğunda, ucunda ustaca yapılmış taş, kesici bir ucu bulunan ince bir tahta mızrak taşıyarak güven dolu adımlarla odaya girer. Bu konuğumuz *Homo erectus*'ların Afrika kolu soyundan gelen ancak bu türden daha modern bir görünüşe ve yüzde 30 oranında daha büyük bir beyne sahip bir *Homo heidelbergensis*'tir. Alnı daha geniş ve yüzü daha düzdür ancak kaş çıkıntıları fazladır ve çenesi yoktur. *Homo heidelbergensis* 700 bin yıldan uzun bir süre önce ortaya çıkmıştır ve milyonlarca yıldır ya da daha uzun zamandır beyni büyümekte olan bir soydan gelmektedir. Bilimsel adından da anlaşılacağı üzere, ilk *Homo heidelbergensis* fosili Heidelberg adındaki Alman şehrinin yakınlarında bulunmuştur ancak ilerleyen yıllarda Yunanistan, Etiyopya ve Zambiya'da da aynı türe ait fosillere rastlanmıştır. Ayrıca Hindistan ve Çin'de de *Homo heidelbergensis* türüne ait olduğu kabul edilen çeşitli fosiller bulunmuştur.

Homo heidelbergensis, hakkında, gerek duyduğunda ateş yakabil-diğinden³⁹ emin olmamıza yetecek kadar bulguya sahip olduğumuz ilk akrabamızdır. Konuğumuzun elinde taşıdığı mızrak ladin ağacından⁴⁰ yapılmıştır ve Almanya'nın Schöningen

şehrinde çamurun içinde gömülü olarak bulunan birkaç mızraktan biridir. Schöningen mızraklarının kökeni yaklaşık 300 bin yıl öncesine dayanır. Bu bölge o dönemde çok sayıda hayvana ev sahipliği yapan bir gölün kıyılarında yer alıyordu. Bölgede az da olsa fil vardı ve homininler çoğunlukla parçalanmış kalıntıları dört bir yana yayılmış atları avlayıp kesiyordu.⁴¹ Avlanan tek bir at yirmi-otuz kişilik bir grubu iki hafta boyunca beslemeye yetecek kadar et sağlıyordu ve öğünleri de yüksek ihtimalle fındık, meşe palamudu ve böğürtlen gibi yerel yabancı bitkilerle takviye ediliyordu.⁴² Bu akrabamıza kavrulmuş meşe palamuduyla servis edilen orta pişmiş at bifteğinin ardından, yabanarılarının balıyla tatlandırılmış ve olgun fındık ufalanmış böğürtlen püresi sunmamız uygun olacaktır, ne dersiniz?

Homo heidelbergensis^ masadaki yerine oturtup rahat ettirdikten ve ürkütücü mızrağını güvenli bir şekilde ortadan kaldırdıktan sonra dikkatimizi nihayet bu hominin soyundan gelen son konuklarımıza verebiliriz. Bu soyun mensuplarından ikisi aile geleceğini bozarak Afrika'da evrimleşmemiştir ancak bunlar göç eden *Homo heidelbergensis*'ten değildir. Bu ikisi arasında daha tanınmış olanı, fosilleri 19.

yüzyılda ilk kez keşfedildiğinde hangi döneme ait oldukları fark edilseydi, aile albümüne 200 yıl önce girebilecek olan *Homo neanderthalensis*, yani Neandertallerdir.

Diğeriye 2010 yılında Sibirya'daki bir mağarada bulunan bir parmak kemiği üzerinde yapılan analiz sonucuna göre DNA diziliminin, Neandertallerine de bizimkine de uymadığı görülen, o tarihe kadar varlığından bile haberdar olmadığımız, soyu tükenmiş bir kuzenimiz-dir.⁴³ Genç bir kıza ait olduğu belirlenen bu DNA dizilimi yeterince farklı olduğu için antropologlar bu homininlere kemiğin bulunduğu Denisova yöresinin isminden esinlenerek Denisovalı adını vermiştir. Elimizde Denisovalıların var olduğuna işaret eden o kadar az fiziksel bulgu vardır ki, Denisovalılar toplantımıza katılan en hayaletvari varlık olma unvanını ziyadesiyle hak eder; her ne kadar bu, günümüzde hayatta olmayan türlerin katıldığı bir şenlik olsa da. Genom dizileme çalışmaları Denisovalı genlerinin, kendi türümüzün günümüzde hayatta olan bazı popülasyonları arasındaki belli belirsiz varlığını ortaya çıkarmıştır. Bunlar Denisovalılarla kendi türümüzün, 50 bin yıldan uzun bir süre önce Melanezya ve Avustralya'yı

mesken edinmek için göç ederken karşılaşmış olmaları⁴⁴ gerektiğini anlatan göstergelerdir. Günümüzde bu bölgelerde yaşayan insanların DNA'larının bir kısmı kendilerine bu karşılaşmanın sonucunda miras kalmıştır.

Masamızda Denisovalılar için, Denisova'daki mağarada bulunan ve burada yaşamını yitiren genç kıza ait olabilecek tilki, bizon ve geyik dişlerinden yapılmış takıların bulunduğu boş bir sandalye bırakacağız. Yeni Denisovalı fosillerinin bulunması muhtemelen fazla uzun sürmeyecektir. Bu sırada, büyük hominin ayaklarının merdivenden ağır adımlarla çıktığını işitiyorum. Son konuklarımıza, *Homo neanderthalensis*'e yol açın!

içeriye bir erkekle, kollarında bebeğini taşıyan bir kadın giriyor. Bu modern görünümlü insanlar eğer bir kuaföre ve bir giysi dükkânına uğramış olsalardı belki de yalnızca alışılmadık derecede büyük burunlu ve çenesiz yüz hatlarıyla güçlü, kaslı görünümlerine gözücuyla bakarak yanlarından geçip giderdiniz. Neandertaller Kuzey Yarım-kürelidir, bizim gibi Afrikalı değildir ve kışları karanlık geçen soğuk iklimlere adapte olmuşlardır. DNA dizisi çıkarılan ilk Neander-talin genomu, kızıl saçlı

olduğunu ortaya koymuştur.⁴⁵ Her ikimiz de *Homo heidelbergensis*'in soyundan gelsek de Neandertaller bu türün Avrasya'da yaşayanlarından, bizse Afrika'da yaşayan popülasyonlarından evrimleştik. İki türün genomlarının karşılaştırılması 500 bin yıldan uzun bir süre önce yaşamış ortak atalarımız olduğunu gösterir.⁴⁶ Neandertaller 40 bin yıl önce-sine⁴⁷ kadar Avrupa'da yaşantılarını sürdürmüştür ve soyları arkalarında iz bırakmadan tükenmemiştir. Afrika dışındaki tüm insan popülasyonlarında Neandertal genlerine rastlanır.

Ayrıca Neandertallerin ne yedikleri hakkında hatırı sayılır miktarda bilgiye de sahibiz.

Neandertallerin beslenme alışkanlıklarıyla ilgili bilgiler üç temel kaynaktan edinilmiştir: vücutlarına giren besin maddelerinin kalıntılarını içeren diş taşları, vücutlarından çıkan besin maddelerinin kalıntılarını içeren fosilleşmiş dışkılar ve mecazi anlamda söylersek, tabaklarının kenarında kalan kemikler ve kırıntılar.⁴⁸ Neandertallerin yaşadıkları mağaralarda o kadar çok hayvan kalıntısına rastlanmıştır ki buradan çıkarılacak en net sonuç Neandertallerin ağırlıklı olarak büyük hayvanları avlayıp et yiyerek yaşamlarını sürdürdükleridir. Ancak böylesine

protein ağırlıklı bir beslenme düzeninin, bol miktarda yağ içermediği sürece, enerji gereksinimlerini karşılayamayacağı açıktır, özellikle de bizden daha kaslı ve biraz daha büyük beyinlere sahip oldukları, bu yüzden yüksek ihtimalle bizden daha fazla enerjiye ihtiyaç duydukları göz önünde bulundurulduğunda.⁴⁹ 50 bin yıllık Neandertal dışkıları üzerinde yapılan kimyasal analizlerin sonuçları Neandertallerin bol miktarda et tükettiği görüşünü destekler niteliktedir ancak bu analizler Neandertallerin yeşillik yediğini de gösterir. Elde edilen diğer bulgular da bu sonucu destekler.

Dişler üzerinde oluşan diş taşları ağza giren maddelerin numunelerinin potansiyel olarak yaşam boyunca kaydedildiği canlı bir fosilleşme sürecine benzer. Bu süreç bakteri plağının dişlerin üzerinde tortulaşmasıyla başlar. Zamanla tükürüğün içindeki, aşırı doygun konsantrasyona sahip kalsiyumun tortulaşmasıyla mineralleşir. Tükürükte bulunan kalsiyum fosfatın biyolojik işlevi diş minelerini tamir etmektir, ama yan etkilerinden biri de bakteri plağını mineralleştirerek, gıda parçacıklarını, onları milyonlarca yıl boyunca koruyan kristal yapılı bir matrisin içine hapsedmesidir.

Neandertallerin dişlerinden alınan diş taşlarının çok çeşitli bitkilere ait fitolitler içerdiği görülmüştür. Bu bitkiler arasında hurmalar, yeraltı depolama organları, çeşitli otların tohumları, pişmiş nişasta tahılları hatta tütülenmiş parçacıklar da yer alır.⁵⁰ Bu bir Taş Devri yemek kitabı olmasa da Neandertallerin pişmiş bitkilerle beslendiklerinin en açık kanıtıdır. Bitkilerin kalıntıları genellikle kolayca çürür ama ateşe atılmış olmaları bitkilerin uzun süre boyunca korunmasına imkân tanıyarak bizim için farklı deliller sunan bir kaynak oluşturabilir. İsrail'deki Kermil Dağı'nda bir mağarada bulunan yabuk bitki kalıntıları, bu bölgede yaşamış Neandertallerin badem, şamfıstığı, meşe palamudu, yabani mercimek, çeşitli yabani otların tohumlarını ve nohut familyasına ait çeşitli bitkileri topladıklarına işaret eder.⁵¹ O dönemde tavuk suyu çorbası veya falafel gibi yiyecekler henüz icat edilmemişti.

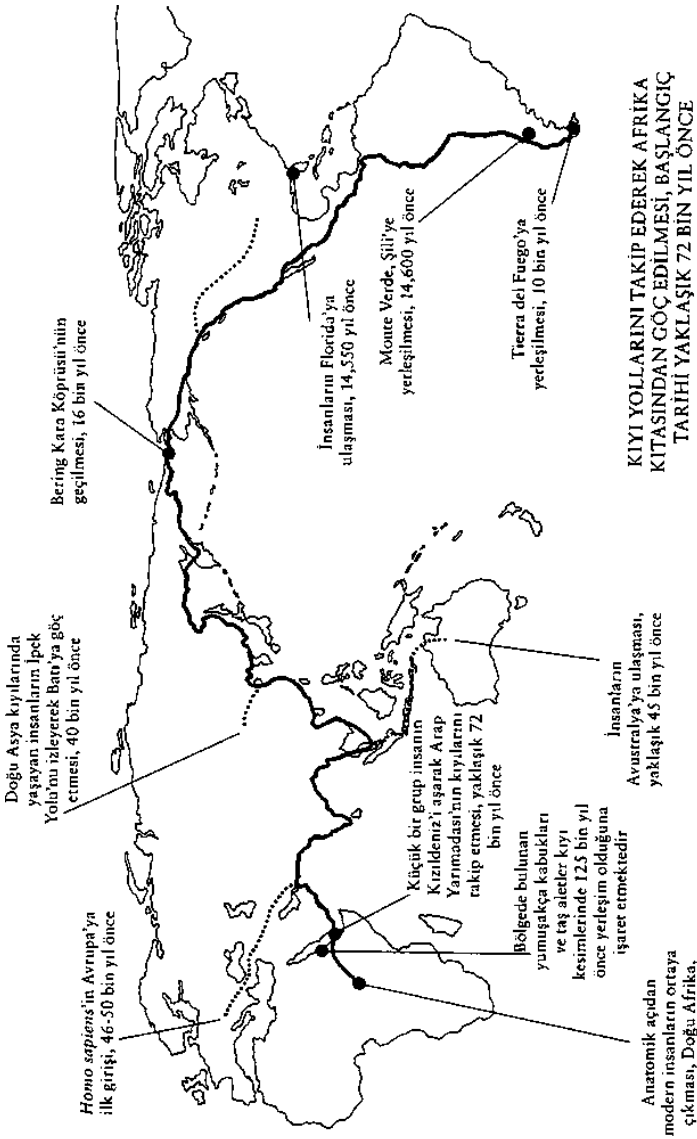
Elde edilen son bulgular aynı dönemlerde insanlarla Neandertallerin tükettikleri besinlerin çeşitliliği arasında pek fazla fark olmadığını ortaya koyar.⁵² Neandertaller yaşantılarını yalnızca büyük hayvanlarla beslenerek sürdürmemiştir. Büyük hayvanlar beslenme düzenleri içinde önemli bir yere

sahip olsa da Neandertaller, kabuklu deniz hayvanlarını,⁵³ ayrıca ara sıra da tavşan, kaplumbağa ve kuş gibi ufak av hayvanlarını pişirip yemiştir. Cebelitarık'ta, Iber Yarımadası'nın güneyinde yer alan ve Akdeniz'in girişine yukarıdan bakan dağlık burundaki Gorham Mağarası Neandertallerin mesken edindiği son yerlerden biri, hatta belki de son kaleleridir. Mağaranın etrafında yer alan falezlerin üzerinde eski çağlardan günümüze dek yuva yapmış kaya güvercinleri, bölgeyi mesken tutan Neandertaller tarafından, 67 bin yıl öncesinden ortadan kayboldukları zamana dek düzenli olarak avlanmış ve pişirilmiştir, aslında ortadan kaybolan güvercinler değil Neandertallerdir.⁵⁴ İlerleyen dönemlerde kendi türümüz de bu mağarayı mesken edinerek bölgedeki güvercin popülasyonu ile beslenmeye binlerce yıl daha devam etmiştir.

Hominin toplantısına katılan konuklarımızın her birine -yaşadıkları dönemde ne yiyerek beslendiklerini mümkün olduğu kadarıyla anlayarak- geleksel yiyeceklerinin sunulmasının ardından masada oturan her kafatasının yüzü gülmekte ve yemek salonunda hayaletlere özgü geçirme sesleri yankılanmaktadır. 5 milyon yıl önce,

atalarımız muhtemelen çoğunlukla vejetaryendi. 3,3 milyon yıl önce taştan aletler yapıyor ve et yiyor, 1 milyon yıl ya da belki de daha uzun bir süre önce yemeklerini pişiriyorlardı. Tarihte yaşanan bu gelişmelerden, evrimin yol açtığı değişimlerin yavaşça meydana geldiğini ve alet üretmekle yemek pişirmek gibi yeni ve bize özgü sandığımız bazı alışkanlıklarımızın aslında hominin soyuna dayanan derin kökleri olduğunu öğreniyoruz. Türümüz çok yakın zamanda ortaya çıkmış olsa da hominin soyunun kökenleri kadim çağlara dayanır.

Artık ne oldum delisi olan kendi türümüz de bu ziyafete katılmaya hazır. *Homo sapiens*'in anavatanı Afrika kıtası, Neandertallerin güvercinli son akşam yemeğini yediği Gorham Mağarası'na ev sahipliği yapan Cebelitarık Boğazı'nın yalnızca 15 km ötesinde bulunuyor; buna rağmen Afrika'dan ayrıldığımızda boğazı geçmediğimiz gibi, yolda güvercin de yemedik. Afrika'dan ayrılıp diğer bölgelere yayılırken çok daha dolambaçlı bir yol izledik ve çok daha farklı şekilde beslendik.



Harita 2

1

"İşkembe Diyeti" anlamına gelen *Diet Of Tripe* kitabının adıyla Türkçedeki karşılığı "sert eleştiri" olan diatribe kelimesindeki ses benzerliğine gönderme yapılıyor, -yhn

2

ABD'nin Virginia eyaletinde her yıl düzenlenen, ahşap levhalar üzerine gerilen tırsı balıklarının çıplak alevde tütsülenerek pişirildiği bir etkinlik, -çn

3

(İsp.) Ölüler Günü, -yhn

KABUKLU DENİZ HAYVANLARI

Kıyıların Taranması

Ortaçağa ait "Böke of Kokery"nin¹ [Yemek Kitabı] adı bilinmeyen yazarı, 1440'ta bir midye yemeğinin tarifini kayıt altına almıştır. Bu yemek tarifi ortaçağ İngilizcesiyle kaleme alınmıştır ve kullanılan kelimelerin yazılışı bize yabancı gelse de ne anlama geldikleri aradan altı yüzyıl geçmiş olmasına rağmen hâlâ kolayca anlaşılmaktadır. Tarifi kaleme alan keşiş, "Beş adet midye alıp kabuklarını kazıyın ve bir tencereye atın. İçine doğranmış soğan,

bol miktarda karabiber, şarap ve biraz sirke ekleyin. Midyelerin kabukları açılmaya başladığında piştiklerini anlayacaksınız. Bu noktada tencereyi ateşten alın ve kendi suyuyla sıcak servis edin,” ifadelerini kullanmıştır. Bu yemeği yapmak için kullanılan temel malzemeler günümüze dek değişmemiştir: temizlenmiş midye, doğranmış soğan, karabiber, şarap ve bir miktar sirke.

Midye en az anne sütü kadar zamana meydan okuyan bir yiyecektir, insanlar midyeleri çiğ veya pişmiş olarak en azından 165 bin yıldır, belki de çok daha uzun bir süredir tüketir. Neandertal kardeşlerimiz de midye yemiştir ve bu yüzden ortak atalarımızın 500 bin yıldan uzun bir süre önce midye yemiş olmaları yüksek ihtimaldir, homininlerse 1 milyon yıl, belki de daha uzun yıllar kabuklu deniz hayvanı yemiş olabilir. Bu mütevazı bir tahmindir çünkü birçok maymun ve insansı maymun türünün, elde edilebilir olduğunda çeşitli balık türlerini ve kabuklu deniz hayvanlarını yedikleri gözlemlenmiştir.²

Gezenimizin kıyı şeritlerini takip ederek izlediği güzergâh boyunca türümüzün attığı deniz kabuklarından oluşan yığınlar, tarihi göç yollarını

süsler.³ Gelgit döngüleri arasında yumuşakçaları toplayan insanların bir kenara attıkları kabukların oluşturduğu bu yığınlar, kuzeyde Arktik bölgeden Afrika'nın güney kıyılarına ve Güney Amerika'nın uç noktasına kadar birçok yerde önceki nesillerin beslenme alışkanlıklarını gösteren birer kanıt olarak durur. Deniz mahsulleri beyin gelişimi için hayati önem taşıyan omega-3 yağ asitleri açısından oldukça zengindir.⁴ Bu yüzden bu besin kaynağı evrim sürecimizde gerekli besinleri alabilmemiz açısından büyük önem taşımış olabilir. Vücudumuzun kendi başına üretemediği, bu yüzden tükettiğimiz gıda maddelerinden elde etmek zorunda olduğumuz çeşitli aminoasitler gibi temel besin öğeleri hayati önem taşıyan bileşimlerdir.

Bilinen en eski denizkabuğu yığını Afrika'da, en eski modern insanların yaşadığı, Hint Okyanusu'nu uzaktan gören bir mağarada bulunmuştur ve Orta Taş Devri'nden, yaklaşık 165 bin yıl öncesinden kalmıştır. Geride bıraktıkları çöplerden, bu insanların, bölgede günümüzde de görülen çeşitli kabuklu deniz hayvanlarını tüketen avcı toplayıcılar olduklarını biliyoruz.⁵ Tükettikleri kabuklu deniz hayvanlarının arasında birkaç farklı midye türü, çok sayıda

deniz minaresi türü ve Güney Afrika dilinde “Alik-reukel” adı verilen, sarığa benzeyen kalın kıvrımları olan ve yarım düzinesinden bir öğün çıkan büyük bir deniz salyangozu da vardır.

Bu olağanüstü mağara Güney Afrika burnundaki Pinnacle Point'te bulunur ve Arizona State Üniversitesi antropologlarından Curtis Marean tarafından keşfedilmiştir. Curtis Marean bu mağarayı şans eseri keşfetmediğini, türümüzün 195 bin yıl önce Afrika'da ortaya çıkışından birkaç on bin yıl sonra buzullaşma ve iklimin kuraklaşmasıyla Afrika'nın büyük bir bölümünün insanlar için yaşanmaz bir hal aldığını⁶ bildiğinden bu bölgeyi araştırmaya yönelerek mağarayı bulduğunu yazmıştır.

Bu buzul devrinin tetiklediği nüfus kırılmasının izlerine modern genomlarda hâlâ rastlanır ve sözkonusu izler insan nüfusunun belki de, 10 bin üreme kapasitesine sahip bireyden yalnızca yüzlere düştüğüne işaret eder. Marean yaptığı araştırmalara dayanarak, hayatta kalmayı başaran ve hepimizin atası olan bu insanların, okyanus sularının iklimi ılımanlaştırdığı Güney Afrika Burnu'na sığınmış olabileceği sonucunu çıkarmıştır. Güney Afrika Burnu avcı toplayıcıların diğer bölgelerde beslenmek için

avladıkları hayvanların sayısını azaltan soğuk ve kuru hava şartlarından etkilenmeyen iki besin kaynağı sunmuş olabilir: deniz mahsulleri ve burnun eşsiz bitki örtüsünde bol miktarda yetişen bitki soğanları. Sözkonusu bitki soğanları, günümüzde bir midye yemeği pişirirken kullandığımız soğanların Orta Taş Devri'ndeki muadili olmalı.

Günümüzde deniz seviyesi 165 bin yıl öncesine, buzulların suyun büyük bir kısmını karada hapsettiği döneme oranla çok daha yüksektir. Bu yüzden o dönemde mesken edinilen ve kıyılara yakın konumlarda yer alan mağaralar günümüzde ya su altında kalmıştır ya da içlerindeki arkeolojik kalıntılar dalgalar tarafından temizlenmiştir. İnsanların Pinnacle Point Mağarası'nı mesken edindiklerini gösteren deliller günümüze kadar korunmayı başarmıştır çünkü bu mağara kıyıdan uzak, yüksek bir kayalıktadır. Bu mağarada bulunan arkeolojik kalıntılar, mağaranın içinde sürekli değil de dönem dönem, belki de yalnızca deniz seviyesindeki dalgalanmaların kıyı şeridini kabuklu deniz hayvanlarına kolayca erişim sağlayabilecekleri kadar yaklaştırdığı dönemlerde yaşandığına işaret eder.

Marean bölgede insanların yaşadığını gösteren

arkeolojik bulguların çoğunun açık denizde, deniz tabanındaki çökelti katmanlarının arasında gömülü olmaları gerektiğini ileri sürmüştür. Daha kuzeyde, Kızıldeniz'in sığ sularında, Eritre açıklarında, daha yakın tarihli benzer bulgular elde edilmiştir.⁷ Buradaki mercan resiflerinde yapılan kazılarda, deniz seviyesinin yükselmesiyle büyüyen mercanların arasına gömülmüş, taştan yapılmış yüzlerce alet bulunmuştur. Aralarında istiridyeler ve devasa midye yataklarının da bulunduğu 31 çeşit yenilebilir yumuşakça kalıntısı arasında bulunan bu aletlerin 125 bin yıl öncesinden kaldığı tespit edilmiştir. Lezzetli etlerini ayıklamak için kullanıldığı düşünülen taş aletlerin yanında iki farklı yenilebilir yengeç türüne ait kalıntılar da bulunmuştur.

Kızıldeniz'in kıyıları Afrika'dan göç eden insanlar için bir bekleme odası vazifesi görmüştür. Buradan yola çıkılan kaç farklı göçün başarısızlıkla sonuçlandığı bilinmemektedir. Başarısızlıkla sonuçlanan göçlerin sayısı oldukça fazla olabilir. Bildiğimiz bir şey var ki o da bu göçlere katılan insanların torunlarından birinin, anatomik açıdan modern insanlara ait olan ve 100 bin yıl öncesinden kalmış dişlerin bulunduğu Çin'e kadar ulaşmayı başardığıdır.⁸

Ancak bu öncülerin hepsinin hayatını kaybettiği düşünülür çünkü Afrika dışındaki modern insanların tamamının genetik yapısı, tüm bu insanların atalarının daha ileri bir tarihte gerçekleşen göçle dünyaya yayıldığını gösterir.

Türümüz (*Homo sapiens*) Pinnacle Point'in ilk sakinlerinin kabuklu deniz hayvanlarıyla beslenmesinden 50-60 bin yıl sonrasına kadar Afrika kıtasında kalmıştır ama Pinnacle Point sakinlerinin piknik yaptığı sırada, soğuk iklimlere bizden daha iyi adapte olmuş gibi görünen Neandertaller (*Homo neanderthalensis*) Avrupa kıtasına yayılmış ve İspanya'nın güney sahillerinde yaşamaya başlamıştır. Neandertal mağaralarında bulunan midye kabuklarının çoğunun dış yüzeyinin yanık olması, Neandertallerin midyeleri ateşte pişirdiğine işaret eder.⁹

Acaba Neandertaller deniz ürünlerini pişirme sanatında kendi türümüzden daha mı ilerideydi? Eğer iki tür arasında bir Taş Devri yemek pişirme yarışması düzenlenecek olsaydı, bu etkinliğin düzenlenebilmesi için yaklaşık 100 bin yıl öncesine, yani Kuzey Afrika'dan çıkan *Homo sapiens*'inTM Akdeniz'in güney sahillerini takip ederek doğu yönünde ilerleyip, günümüzde İsrail sınırları içinde kalan

topraklarda boy göstermesine kadar beklenmesi gerekirdi. Bu tarihten çok daha sonra tarımın doğum yeri olan Güneybatı Asya, o dönemde Neandertallere ev sahipliği yapıyordu ve besin kaynaklarını elde etmek için onlarla girdiğimiz yarışta hezimete uğradığımızdan ya da onların aşçılıkları yüzünden telef olduklarından *Homo sapiens* bu bölgeden sağ çıkmayı başaramadı.

Afrika kıtasından ilk başarılı çıkışımızı bundan yaklaşık 30 bin yıl sonra (günümüzden 72 bin yıl önce) gerçekleştirdik. Bu da yine ana besin kaynağı olarak deniz ürünlerinin tüketildiği bir kıyı göçüydü ama bu sefer Kızıldeniz'in ağzını aşır Arap Yarımadası'nın kıyı şeridini izleyerek güneye, Hindistan'a inen bir rota izlendi (Harita 2). Peki ama Kızıldeniz'de bol miktarda besin kaynağına sahip insanlar niçin Afrika'dan çıkarak göç etti. Aslında bu sorunun cevabını bilmiyoruz ama bu göç artan nüfusun, kıyılardan sağlanan besin kaynakları üzerinde baskı yaratmasından kaynaklanmış olabilir.¹¹ Ancak bildiğimiz bir şey var ki o da bu göçün türümüzün dünyanın dört bir yanına yayılmasına önayak olan müstesna bir başlangıç noktası olduğudur.

Bu olay “müstesna”ydı çünkü hem dikkat

çekiciydi hem de daha önce benzerine rastlanmamıştı. Afrika kıtası dışında yaşayan, yaklaşık 6 milyar insan nüfusunun tamamı, görünürde 72 bin yıl önce güzel bir günde Afrika Boynuzu'ndan çıkıp Kızıldeniz'i aşarak Arap Yarımadası'na geçen küçük bir insan grubunun soyundan geliyor. Bunu biliyoruz çünkü bu bilgi genlerimizde kayıtlı.¹² Afrika nüfusunun genetik çeşitliliği¹³ çok zengindir ve kıtada yaşayan halklar arasında birçok farklılık bulunur. Afrika nüfusuyla kıyaslandığında, dünyanın geri kalan kısmı genetik açıdan çok daha tekdüzedir ve insanların tümü, bu olağanüstü göçü gerçekleştiren ve muhtemelen birkaç yüz kişiden oluşan bir insan grubunun genetik çeşitliliğini ancak kısıtlı ölçüde taşır. Yolculuğumuz bizi Afrika'dan ne kadar uzaklaştırdıysa, doğal genetik çeşitliliğimiz o derece kaybolmuştur.¹⁴ Bu durum göçün her basamağının topluluktan kopan, seyahat eden, yol boyunca konaklayan ve sonunda kendi yerleşim alanlarını kuran bireylerden oluşan küçük gruplar tarafından gerçekleştirilmiş olduğuna, sonrasında da sözkonusu yerleşim alanlarındaki nüfusun gereğinden fazla artmasıyla yeni bir grubun topluluktan koparak bu süreci tekrarlamış olduğuna işaret eder.

Yaklaşık 72 bin yıl önce Afrika'dan yola çıkılmasıyla başlayan yolculuk çoğunlukla kıyı şeridi üzerinde sürdürülmüş ve besin ihtiyacı yol boyunca, bize anavatanımız Afrika'nın kıyılarında çok iyi bir şekilde hizmet eden deniz ürünleriyle karşılanmıştır. Yaklaşık 45 bin yıl önce, deniz hayvanlarının kabuklarından oluşan yığınların ortaya çıktığı tarihlerde, Hindistan kıyısı etrafında ilerleyerek Avustralya kıtasına ulaşmışsınız.¹⁵

Genetik bulgular bize, kıyı şeridi boyunca takip edilen güzergâh üzerinde çeşitli insan gruplarının yer yer topluluktan ayrılarak iç kısımlara doğru ilerlediğini göstermektedir. Soyu bu gruplardan birine dayanan insanlar ilk defa 45-50 bin yıl önce Avrupa'ya girmiştir. Daha sonra, yaklaşık 40 bin yıl önce ayrılan gruplar, Doğu Asya kıyılarından iç kısımlara ilerleyip yönlerini Batı'ya çevirmiş ve Çin'le Avrupa arasında uzanan meşhur İpek Yolu üzerinde seyahat eden ilk gezginler olarak Asya kıtasının iç kısımlarında koloniler kurmuştur.

Yaklaşık 16 bin yıl öncesinde, Pasifik kıyılarını takip ederek göç eden insanlar kuzeyde Sibirya'ya kadar ulaşmıştı. Kıta hâlâ buzla kaplı olsa da kıyılar buzdan arınmış ve insanlara Kuzey Amerika'nın

kuzeybatısına ulaşabilmelerine olanak tanıyan bir yol açmıştı.¹⁶ Alaska'dan Şili'ye kadar uzanan bölgedeki tüm Amerikan yerlileri¹⁷ Asya'dan gelen bu ilk yerleşimcilerin soyundandır. İnsanlar kıtanın kuzeyinde yer alan bu varış noktasında ayrılmış ve görünüşe göre birden fazla yol izleyerek Kuzey Amerika'ya dağılmıştır. 14.550 yıl önce Florida'ya yerleşenler olduğunu biliyoruz çünkü burada bu tarihte kesilmiş mastodonların kemikleri bulunmuştur.¹⁸ Diğer bazılarıysa Pasifik kıyılarını¹⁹ takip ederek 14.600 yıldan uzun bir süre önce Güney Amerika'da yer alan Şili'ye ulaşmıştır.²⁰ Yaklaşık 6400 kilometre uzunluğunda bir sahil şeridi bulunan Şili, günümüzde de kabuklu deniz hayvanları gastronomisinin başkentidir ve ülkede neredeyse bütün bir biftek gibi dilimlenerek yenilebilecek boyutta denizkulakları tatmak mümkündür.

Sonunda, Pasifik kıyıları boyunca sürdürülen göç yüksek ihtimalle yaklaşık 10 bin yıl önce Güney Amerika'nın ucunda yer alan Tierra del Fuego'ya²¹ ulaşmıştır. İlk Fuegialılara ait tüm fiziksel izler deniz suları ve günümüzden 7750 yıl önce meydana gelen bir volkanik patlamanın etkisiyle tamamen yok olmuştur, ama elimizde insanların

Afrika'dan çıkarak gerçekleştirdikleri bu yolculuğun en uç sınırında nasıl yaşamış olabileceklerine dair, ileri bir tarihte birinci elden yazılmış bir tarif vardır. Charles Darwin *Beagle* gemisiyle çıktığı yolculukta Tierra del Fuego'yu ziyaret etmiş ve 1832 Noel'inde günlüğüne şu satırları not etmiştir:

Başlıca besin kaynakları kabuklu deniz hayvanları olan yerliler yerleşim alanlarını sürekli değiştirmek zorunda kalıyor, ama çoğu zaman tonlarca ağırlığa ulaşan eski kabuk yığınlarından da anlaşıldığı üzere, belirli aralıklarla aynı noktalara geri dönüyorlar. Bu yığınlar, her birinin üzerinde yetişen yeşil parlak bitkiler sayesinde uzun mesafelerden bile ayırt edilebiliyor.²²

Darwin paçavraya dönmüş fok derileri içinde veya tamamen çıplak dolaşan, rüzgâra ve yağmura karşı korumasız ve neredeyse dondurucu soğuklarda ıslak zeminde uyumak zorunda kalan Fuegialılara acımıştı. “Sular ne zaman çekilirse, ister yaz olsun ister kış, ister gündüz olsun ister gece, kayaların üzerindeki kabuklu deniz hayvanlarını toplamak zorundalar.”

Adını Darwin'in gemisinden alan Beagle Kanalı'nda yakın zamanda yapılan bir keşif seferinde

bölgenin her yanında, yalnızca kanolarla erişilebilen en küçük girintilerde bile deniz hayvanlarının kabuklarından oluşan yığınlar bulunmuştur. Kabukların çoğu belirli bir midye türüne aittir ve en büyük yığınların boyu 3 metreye, eni de 50 metreye ulaşır. Bu yığınların boyutlarından midye yatakları-
nın çok uzun süre boyunca yoğun bir şekilde sömürüldüğü anlaşılmaktadır. Yapılan arkeolojik kazılar²³ insanların bu bölgede 6000 yılı aşkın bir süredir kabuklu deniz hayvanlarıyla beslendiğini göstermiştir.

Neleri, ne kadar ve ne zaman yiyeceğimizi seçebilme ayrıcalığına sahip olan bizler için sahilde kabuklu deniz hayvanları toplamak bir deniz kenarı eğlencesidir, ama Fuegialılar kötü hava şartlarından dolayı kabuklu deniz hayvanları toplayamadıkları veya kanolarıyla fok avla-yamadıkları zamanlarda sıklıkla aç kalarak hayatlarını kaybetmiştir. Bu yüksek ihtimalle insanlık tarihi boyunca kıyı şeritlerini mesken tutmuş toplayıcıların talihsizliğidir. Kabuklu deniz hayvanları kıtlık yiyecekleridir ve çok yakın zaman önce, az bulunan, pahalı lezzetler arasına dahil edilmiştir. Tarımın icat edilmesine dek Afrika'da 60 bin yıl boyunca hayatta kalmamızı

sağlamış ve kıyı şeridini takip ederek dünyanın dört bir yanına göç ettiğimizde besin ihtiyacımızı karşılamışlardır. Tarımın icadıyla bitkilerin ve hayvanların evcilleştirilmesinin yeni yöntemlerinden faydalanılmış ve beslenme düzeninde bir devrim gerçekleşmiştir; bütün bunlar, en az vejetaryen diyetten hepçil diyete geçiş yapmamızın veya yemek pişirmeyi icat etmemizin nedenleri kadar kapsamlı değişikliklere yol açmıştır.

4* EKMEK

Bitkilerin Evcilleştirilmesi

Ekmek ilk üretildiğinde yemek tarihinde bir yeniliği temsil ediyordu: işlenmiş gıdalar. Bir tarla dolusu yabani ot bize midyeler, bitki soğanları, meyveler veya vahşi hayvanlar gibi elimizin altında duran hazır bir öğün vaat etmez. Tahılların yenilebilmesi için tohumlarının toplanması, harman dövülmesi ve harman savrularak tahılların kabuklarından arındırılması, daha sonra tohumların öğütülerek una dönüştürülmesi, suyla karıştırılıp bir hamur hazırlanması, hamurun mayalanması ve pişirilmesi gerekir. Ancak tüm bu çabaların sonucunda lezzet ve besin değeri açısından elde edilen ödül o kadar

büyüktür ki ekmek kelimesi zamanla yemek kelimesiyle eşanlamlı olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Roma Dönemi'ne gelinene dek buğday ve arpa Avrupa ve Güneybatı Asya'da binlerce yıl boyunca insanların beslenme düzeninin temelini oluşturmuştur. Antik Roma ve Yunan şehirleri ve Mısır'daki piramitler taştan inşa edildikleri kadar ekmekle de inşa edilmiştir. Arkeoloji bilimi sayesinde o dönemde yenilen ekmeğin nasıl olduğunu, hatta nasıl üretildiğini biliyoruz.

Kurutma işlemi yiyeceklerin ve diğer organik maddelerin son derece iyi korunmasını sağlar çünkü yiyeceklerin bozulmasına ve çürümesine yol açan mikroplar nem olmadan yaşayamaz. Mısır çölünün kuru iklimi, kraliyet ailesine mensup bireylerin öldükten sonra ziyafet çekmeleri için 3000-4000 yıl önce antik mezarlara konulan yüzlerce ekmek somununun günümüze dek korunmasına olanak tanımıştır. Bu somunlar çoğunlukla gernik buğdayı adı verilen evcilleşmiş bir yerel türden üretilmiştir ve nadiren de olsa bazı ekmeklere meyve de eklenmiştir.

Gernik buğdayı artık ekilmiyor ancak günümüzde yetiştirilen iki ana buğday türünün atasıdır.

Özellikle makarna üretimine uygun durum buğdayı ve evcilleşmiş gernik buğdayıyla yabani bir sakalotu türünün melezlenmesinden evrimleşmiş ekmeklik buğdaydır.¹

Arkeolojik kazılarda piramitleri inşa eden işçilerin yaşadıkları köyler de gün yüzüne çıkarılmıştır ve bu kazılarda işçilerin de tıpkı kraliyet ailesine mensup bireyler gibi buğday ekmeği yediği anlaşılmıştır.² Kalabalık köylerde her küçük hanenin gernik buğdayını öğütmek ve ekmek pişirmek için gereken tüm donanımına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Antik Mısır'ın ekonomisi takas üzerine kurulmuştu ve ürünlerin değeri genellikle tahılların miktarı ve sözkonusu tahıllardan ne kadar ekmek veya bira üretilebileceği hesaplanarak biçiliyordu. İşçilere yevmiye olarak neredeyse yalnızca hayatlarını idame ettirebilmelerine yetecek miktarda tahıl veriliyordu ama yüksek rütbeli memurlar kimsenin tüketemeyeceği kadar yüklü miktarlarda alıyordu.

Bir kral, hayattayken de ölüyken de kendi ekmeğini pişirmez. Bu yüzden, MÖ 2004 yılında hayata gözlerini yuman Kral II. Nebhepetre³ Mentuhotep'in mezarını inşa edenler, kralın ahirette ekmek sıkıntısı çekmemesi için mezarına endüstriyel

ölçekte bir fırının minyatür bir modelini yerleştirmiştir. Günümüzde Londra'daki British Museum'da sergilenen modelde, taştan imal edilmiş eyer şeklindeki el değirmenlerinin önünde diz çökecek ellerinin arasında tuttukları taşlarla un öğüten on üç küçük insan figürü bulunur. Unun öğütülmesi esnasında granitten imal edilmiş kaba öğütme taşlarının kullanılması, unun içine taş parçacıklarının karışmasına ve bu undan pişirilen kumlu ekmeği yemek de Mısır mumyalarında da görüldüğü üzere dişlerin fazlasıyla aşınmasına yol açıyordu.⁴ Antik Mısır'da pişirilen ekmeğin sonsuza dek yenilmesi için hiç tükenmeyen bir protez diş kaynağına sahip olunması gerekiyordu.

Müzedede sergilenen bu modelde, un öğüten yaklaşıklık bir düzine insanın önünde hamur yoğuran bir dizi insan figürü, bunların arkasında da her birine bir fırıncı atanmış, silindir şeklinde üç adet fırın görülür. Başka bir Orta Krallık mezarında keşfedilen bir friz sayesinde, bu tarz bir fırında geçmiş olması muhtemel bir sohbeta kulak misafiri olma imkânı bulduk. Sözkonusu frizin bulunduğu mezar, fırın modeliyle gömülen kraldan hemen sonra tahta geçen krala hizmet eden en üst düzeyde bir

mahkeme yetkilisinin Senet adındaki bir kadın akrabasına aittir. Kadınlar o dönemde nadiren anıt mezarlara gömülürdü, ama Senet'in Luksor şehrindeki mezarı Nil kıyılarında yaşantının nasıl olduğunu gösteren, aralarında balık tutmayı, köpeklerle ava çıkmayı, hayvanların kesilerek etlerinin hazırlanmasını ve ekmekle bira üretimini tasvir eden sahnelerin de bulunduğu detaylı süslemeler içerir. Hiyerogliflerde birbirleriyle konuşurken görülen fırıncıların sohbetlerinin deşifresi çizgi roman diyalogu gibi okunabilir.⁵ Örneğin el değirmeninde tahıl öğüten bir kadın, “Bu ülkenin tüm tanrıları güçlü hükümdarıma sağlık versin!” diyerek devlet büyüklerine duyduğu saygıyı gösterir. Hiyerogliflerin zamanla yıpranması sonucunda sözleri sansürlenmiş bir arkadaşı da, “... bu yemek için,” diye biten bir şeyler söyler. Belki de önündeki unun o dönemde hem buğdaydan hem de arpadan yapılan biranın üretiminde kullanılmayacağını belirtmek istiyordur. Ayrıca fırında çalışan adamların tasvir edildiği resimlerde işçilerin, “... çok çalışıyorum”, “Beni bir an için rahat bırakmıyorsunuz” diyerek yakındığı ve yüzünü dumana ve ateşe karşı korumak için bir elini yukarı kaldırarak, “Yakacak odunlar yaş...”

dediği görülür.

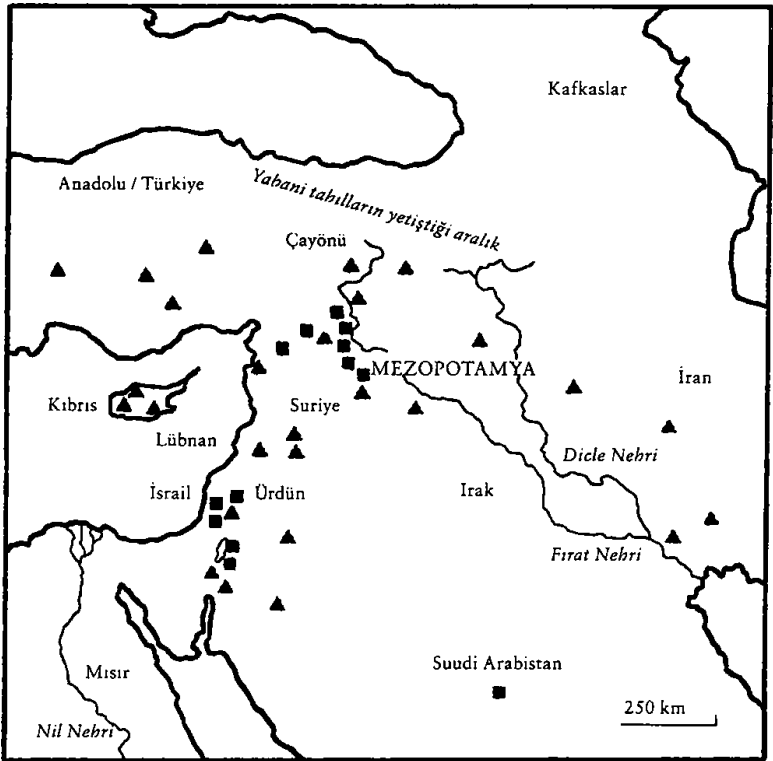
Antik Mısır'dan kalan bu sahneler belirli bir zamana ait olmadığından, ekmek ve tarımın insanları her daim beslemiş olduğu düşünülebilir, oysa gerçekte böyle değildir. Tarım yaklaşık 12-10 bin yıl önce Güneybatı Asya'da ortaya çıkmıştır. Bu bölgede tarım yapıldığını gösteren en eski bulgular Anadolu'da, Türkiye'nin güneydoğusunda keşfedilmiştir ve tarım kısa süre sonra buradan Güneybatı Asya'da bulunan, Bereketli Hilal olarak adlandırılan bölgenin geneline yayılmıştır (Harita 3). Bu bölge Anadolu'dan güneye uzanıp, günümüzde Lübnan, İsrail ve Ürdün sınırları içinde kalan topraklardan geçerek Mısır'daki Nil vadisine doğru kavis çizer, ayrıca Suriye ve Irak'ın kuzeyinden doğuya uzanarak Dicle ve Fırat nehirleri tarafından sulanan antik Mezopotamya topraklarından geçip güneye yönelir. Yaklaşık 4000 yıllık kil tabletlere, o dönemde Mezopotamya'da kullanılan una, eklenen diğer katkı maddelerine, hamurun yoğrulma ve somunun pişirilme tarzına ve nihai ürünün nasıl sunulduğuna göre farklılık gösteren yaklaşık 200 çeşit ekmek üretildiği kaydedilmiştir.⁶

Görünüşe bakılırsa evcilleştirilen ilk tarımsal

ürün gernik buğdayıdır ancak gernik buğdayının yanma kısa bir süre içinde sekiz-dokuz çeşitlik bir grup temel tarım ürünü daha katılmıştır. Bereketli Hilal'de tarım yapan ilk çiftçiler gernik buğdayının yanı sıra siyez buğdayını, arpayı, mercimeği, bezelyeyi, nohutu, burçağı, keteni ve bir de muhtemelen baklayı evcilleştirmiştir. Biri hariç, tüm bu temel tarım ürünlerini günümüzde de Bereketli Hilal'de yabani halde yetişirken bulabilirsiniz. Burada istisna oluşturan bitki, yapılan yoğun botanik araştırmaların sonucunda bile yabani ataları bulunamayan bakladır. Yabani baklanın soyu tükenmiş bile olabilir.

■ Evcilleştirme öncesi tarım yapıldığına dair bulgulara rastlanan arkeolojik sahalara ▲ Evcilleştirilmiş ekinlerin kalıntılarına rastlanan Neolitik Çağ'dan kalma sahalara

Harita 3



Yetiştirilmeye elverişli birçok yabani bitki türünün aynı bölgede bulunması tuhaf bir rastlantıymış gibi görünebilir ama bunun evrime dayalı ve iklim şartlarıyla açıklanabilecek bir nedeni vardır. Bereketli Hilal’de yağışlar büyük oranda mevsimsel ve belirsizdir. Yağışların belirsiz olduğu kuru iklimler, yabani bitkileri, evcilleştirilmiş tarım ürünlerinin hammaddesi olarak bilhassa elverişli kılan üç

özelliğın evrimleşmesine yol açar. İlk özellik bu bitkilerin kısa ömürlü olmasıdır. Kısa ömürlü yıllık bitkiler çabuk büyür ve olgunlaşır, ayrıca kuru yaz sıcaklarının altında ölmeden evvel bol miktarda tohum üretirler.

Yıllık yaşam döngülerine sahip bitkiler yalnızca daha kolay ekilip biçilmekle kalmaz, bol miktarda ürün de verirler. Bu bitkileri kullanışlı kılan ikinci özellik doğurganlığıdır. Yıllık bitkiler yalnızca bir sefer üreyebildiğinden, birkaç yıl boyunca üreyebilen çok yıllık bitkilerle kıyaslandığında sahip oldukları enerjinin daha büyük bir kısmını tohum üretmek için kullanırlar. Bu yüzden, Güney ve Kuzey Amerika'daki mısır ve ayçiçeğı, Afrika'daki süpürge darısı ve inci dansı ve Asya'daki pirinç gibi diğer bölgelerde evcileştirilen bitkiler de dahil, yetiştirdiğimiz tüm tahıl mahsulleri yıllık bitkilerdir. Yıllık bitkiler harcanan emeğın karşılığını fazlasıyla veren ürünlerdir ve yapay seçim sayesinde bu potansiyellerinden azami oranda yararlanılabılır.

Bereketli Hilal'in yabani yıllık bitkilerini evcileştirmeye elverişli iyi birer hammadde yapan üçüncü özellik de bu bitkilerin tohumlarının diğer bitkilerinkine oranla daha büyük olmasıdır. Kuru

iklimler tohumların evrimleşerek büyümesine önyak olur çünkü filizlenen bir fidenin hayatta kalabilmesi için gelişmekte olan bitkiye gerek duyduğu suyu temin edebilecek bir kök üretmesi gerekir.⁷ Kuru ortamlarda, köklerin suya ulaşmak için yeraltının derinliklerine uzanması gerekir ve bitki filizleri yalnızca büyük besin depolarına, başka bir ifadeyle büyük tohumlara sahip olduğunda uzun kökler üretebilir.

Altın sarısı bir buğday tarlasının hasat zamanından hemen önce aldığı parlak renkle günümüzde Avustralya, Kuzey Amerika, Avrupa'nın kuzeyi, Afrika'nın güneyi, Hindistan veya Ukrayna'da karşılaşabiliriz ama bu görüntüyü Bereketli Hilal'in yabani tahıl tarlalarının oluşturur. Gernik buğdayı, arpa ve yulaf içeren doğal alanlara Türkiye, Ürdün ve İsrail'in kayalık zeminlerinde hâlâ rastlanır. Tarım ürünlerinin evrimi konusunda önde gelen Amerikalı biliminsanlarından Jack Harlan (1917-1998), 1960'larda Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu bölgesini ziyaret etmiş ve Karacadağ'ın eteklerinde yabani siyez buğdayının yetiştiği devasa alanlar olduğunu keşfetmiştir. Deneyisel amaçlı, bir saatte ne kadar fazla yabani tahıl toplayabildiğini ölçmek için,

ucunda çakmak taşından yapılmış bir bıçak olan antik bir orağın kopyasını kullanmıştır. Yabani tohum başlarının kopması yüzünden, topladığı tahılın bir miktarını kaybetse de Harlan saatte yaklaşık 2,5 kilo kadar buğday toplamayı başarmıştır. Harman dövdükten sonra, tahılın ağırlığı yarıya düşmüştür, ancak yabani tahılın içerdiği protein oranı yüzde 23'tür ve bazı evcilleştirilmiş modern türlerden yüzde 50 daha fazladır.

Harlan, yabani siyez buğdayını, buğdayın olgunlaşma sürecini takip ederek önce dağın alçak yamaçlarında olgunlaşanları, daha sonra da dağın daha yüksek kesimlerinde kalanları hasat eden bir ailenin, üç hafta içinde kendilerine bir sene boyunca yetecek kadar tahıl toplayabileceğini hesaplamıştır.⁸ Bu bitkinin bolluğu, Harlan'ın aklına çeşitli sorular gelmiştir: “Doğal alanlarda, ekili tarlalardaki kadar yoğun miktarda tahıl yetişiyorsa insanlar niçin tahıl yetiştirsin? Eğer sınırsız miktarda yabani tahıl hasat edilebilirse, insanlar niçin zahmete girip toprağı sürerek tohum eksin?”⁹ Şöyle cevap verilebilir: Doğadan toplanan tahıllar aslında muhtemelen insanların beslenmesi için uzun süre yeterli olmuştur. Bu da arkeolojik kayıtlara göre tahılların evcilleştirilmesinin

niçin binlerce yıl sürdüğünü açıklar.¹⁰ Ancak eninde sonunda, insan nüfusu arttıkça bitkilerin evcilleştirilmesi ve çiftçilik zorunluluk haline gelmiştir.

Arkeolojik sahalardan, insanların beslenmek için yabani bitkilerin tohumlarını nasıl toplamaya başladıklarını, sözkonusu tohumları nasıl yetiştirdiklerini ve yapay seçilim adı verilen bir süreç sayesinde nasıl değiştirdiklerini gösteren bol miktarda bulgu elde edilmiştir. Yabani gernik buğdayı ve yabani arpa 23 bin yıl önce İsrail'deki Taberiye Gölü'nün kıyılarında yaşayan insanlar tarafından toplanmıştır.¹¹ Buğday, arpa ve yulaf da dahil birçok yaban otu, olgunlaştıklarında parçalara ayrılarak ya da "saçılarak", taşıdıkları tohumları etrafa yayan tohum başlarına sahiptir. Doğal seçilim tüm türlerin yavrularına bulundukları ortamlara yayılma imkânı sunar çünkü bu durum hayatta kalma ve üreyebilme şanslarını artırır. Ancak bitkiler yetiştirildiğinde ve evcilleştirildiğinde yayılma usulleri de değişir. Bu durumda, tohumları toplanarak yeniden toprağa ekilen bitkiler diğerlerine oranla daha çok ürer. Dolayısıyla sürekli hasat edilmek ve yeniden ekilmek üzere, olgunlaşma döneminde tohum başları kolayca dağılmayan bitkiler tercih edilmiştir.

Evcilleştirme sürecinin ilk safhalarında, toplanan yabancı tahıllarla arkeolojik kayıtlardaki insanlar tarafından yetiştirilmiş tahıllar birbirlerinden ayırt edilemiyordu. İnsanlar tahılları evcilleştirmeye başladığında, tohum başlarının dağılmasını önleyen genlerin görülme sıklığı yapay seçilime bağlı olarak artmıştır. Dağılmayan tohum başları taşıdıkları olgunlaşan tohumları üzerlerinde tutar. Bu tohumların, harman dövme işlemi sırasında mekanik kuvvet uygulanarak tohum başlarından ayrılmaları gerekir. Çiftlik avlularında harman dövülen dağılmayan tohum başları yabancı bitkilerde olduğu gibi doğallığında temiz bir şekilde kopmadığı için çatlar ve üzerlerinde çentikler açılır. Bu yüzden, tohum başlarının üzerinde basit bir lensle gözlemlenebilen çok sayıda çentik olması, tahılların evcilleştirilmiş olduğunu gösteren imza niteliğinde bir işarettir. Gernik buğdayı arkeolojik kayıtlarda bu tarz belirgin evcilleştirme izleri taşıyan ilk tahıldır.

Bu tür kalıntıların Bereketli Hilal içerisinde keşfedildiği en eski saha Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu bölgesindeki Çayönü'nde yer alır.¹² Gernik buğdayı bu bölgede yaklaşık 10 bin yıl önce yetiştirilmeye başlanmıştır ama o dönemde yetiştirilen

tahıllar nispeten daha küçüktür ve yabani bitkilerin tahıllarıyla güçlü benzerlikler taşır. Çayönü köyünde ayrıca bezelye, mercimek ve keten de yetiştirilmiştir. Çayönü bu kitabın kaleme alındığı tarihte tahılların yetiştirildiğini gösteren imza niteliğindeki evcilleştirme izlerine dayanan kesin bulguların keşfedildiği en eski saha olsa da, elde edilen diğer arkeolojik bulgular tarımın genel olarak bölgede yaygın olduğuna işaret eder. Bitkiler muhtemelen, imza niteliği taşıyan izler kesin kanıt oluşturacak kadar belirginleşmeden yüzlerce, hatta binlerce yıl önce evcilleştirilmeye başlanmıştı ve çeşitli temel tarım ürünleri bu süreçte evcilleştirmeye bağlı olarak evrimleşmiş,¹³ kendi yabani atalarıyla melezleştirilmiş ve Bereketli Hilal içinde yüzlerce kilometre uzakta yaşayan diğer çiftçilerle takas edilmiş olmalıydı.

Dağılmayan tohum başları tahıl ürünlerinin evcilleştiğini gösteren ilk kesin arkeolojik işarettir, ancak evcilleşme sürecinde bitkilerin yabani atalarından farklı olan, özellikle de tohumların irileşmesini ve tohum durgunluğunun azalmasını sağlayan bazı başka özellikler kazanması da tercih edilir. Tarım yaygınlaşmaya başladığında, yeni bölgelere taşınan evcilleşmiş ürünlerin yeni iklim şartlarına

adapte olmaları gerekmiştir. Charles Darwin, bitkilerin ve hayvanların evcilleştirilmesini konu alan kitabında Kanada'ya ayak basan ilk Avrupalı yerleşimciler hakkında şunları yazmıştır:

[...] kış mevsiminin Fransa'dan getirilen kış-buğdaymm yetiştirilmesi için çok sert geçtiğini ve yaz mevsiminin yaz-buğdayının yetiştirilmesi için genellikle çok kısa olduğunu keşfetmiş ve Avrupa'nın kuzey kısımlarından yaz-buğdayı tohumu tedarik edip bu tohumları başarıyla yetiştirene dek ülkenin mısır yetiştirmeye elverişli olmadığını düşünmüşlerdir.¹⁴

Kanada'nın iklim şartlarına adapte olmuş kültür bitkilerinden faydalanılarak yapılan buğday tarımı o kadar başarılı olmuştur ki 2013'te, yetiştirilen 37 milyon ton bereketli mahsulü nakletmek için yeterli miktarda tren vagonu bulunamamıştır.¹⁵ Adaptasyon böylesine bereketlidir.

Günümüzde, çoğunluğu ekmeklik buğday olmak üzere yüz binlerce buğday çeşidi vardır, ama tüm bu çeşitliliğin temeli evrimle ilişkili çok önemli iki olaya dayanır. Bunların ilki 500-800 bin yıl önce, bir sakalotu türüyle yabani bir buğday türünün melezlenmesi sonucunda yabani gernik buğdayının evrimleşmesidir.¹⁶ Çok daha yakın zaman önce

gerçekleşmiş ikinci önemli olay da gernik buğdayının farklı bir sakalotu türüyle melezlenmesi sonucunda tüm ekmeklik buğdayların atasının ortaya çıkmasıdır. Bu kitabın kaleme alındığı tarihte, bu olayın tam olarak ne zaman meydana geldiği bilinmiyordu. Yapılan bir araştırma bu olayın 8000 yıl kadar yakın bir süre önce, Bereketli Hilal'in içinde yer alan ekili bir tarlada, gernik buğdayının evcilleştirilmesinden sonra meydana gelmiş olabileceğine işaret eder,¹⁷ ancak farklı bir araştırmadan elde edilen sonuçlar bu olayın en az 230 bin yıl önce,¹⁸ modern insanlar ortaya çıkmadan evvel gerçekleşmiş olabileceğini gösterir. Bu iki melezlenme olayının ekmeğin evriminin tam olarak hangi aşamasında meydana geldiğini bilmesek de, eksiksiz bir kromozom seti eklenmiş ve bu sayede bu tür artık üç tam kromozom setine sahip olmuştur.

Bizim genomumuzdan beş kat büyük bu devasa genom, ekmeklik buğdaya evrimleşmesi için büyük bir genetik potansiyel kazandırmıştır. Bunun nedeni doğal ve yapay seçilimin yeni oluşumlar yaratmak için hammadde olarak genetik varyasyonlara ihtiyaç duymasıdır. Genetik varyasyonların en önemli kaynağı mutasyonlar veya genellikle

DNA'nın kopyalanması esnasında meydana gelen rastlantısal hatalardır. Beklendiği üzere, rastlantısal mutasyonlar sıklıkla hasar yaratır. Yalnızca tek bir kromozom setine sahip organizmalarda, mutasyonların yol açtığı hasarlar evrimleşmenin yol açtığı değişimin yavaşlamasına neden olabilir, ancak organizma üç set kromozoma sahip olduğunda, deneysel oluşumlar için yer açılır. Mecazi konuşmak gerekirse, ekmeklik buğdayın genetik pantolonunun düşmesini engelleyen bir kemeri, bir pantolon askısı ve elastik bir bel kuşağı olduğunu söyleyebiliriz. Ekmeklik buğdayın farklı ortamlara adapte olmuş birçok farklı türe ayrılmış olmasından da anlaşılacağı üzere, bu bitkinin evrim açısından çok yönlü olması normalden üç kat daha güçlü bu genomdan kaynaklanır.¹⁹

Genetik farklılıklar evrimin hammaddesidir ve üreticiler ürünlerini geliştirmek için hammadde olarak farklı yerel popülasyonların barındırdığı genetik varyasyonları kullanır. Yerel şartlara adapte olmuş ürünler, bir lisanın, ortaya çıktıkları yerin dışında da kullanım alanı bulan yeni kelimeler (yeni genler) içeren yerel versiyonlarına benzer. İngilizce özellikle de yiyecek ve içeceklerle ilgili benzer

kelimelerle doludur. Örneğin, “Whisky” kelimesi Kelt dilinden, “chocolate” kelimesi Nahuatl dilinden, “chutney” [bir tür acı sos] Hintçeden, “bagel” Yidiş dilinden, “hominy” [mısır lapası] ve “persimmon” [cennet elması] da Powhatan dilinden gelir. Yerel ürün çeşitleri bir dilin lehçeleri kadar özgündür çünkü yetiştiricilerinin yerel zevklerine uyum sağlamak için uğradıkları yapay seçilime ek olarak, yerel iklim şartlarına adapte olmak ve endemik hastalıklara karşı direnç kazanmak için binlerce yıl boyunca doğal seçilime uğramışlardır. Bu gibi adaptasyonların geçirilmesi ölüm kalım meselesidir; yalnızca tarım ürünleri için değil, bizim için de.

Tahılların evcilleştirilmesi insanların gıda stoğunu hatırı sayılır düzeyde artırdı, ama aynı zamanda bizi hayatta kalmak için tarım ürünlerinin sağlıklı olmasına bağımlı kıldı. Ekmeğe çok bağımlı Antik Mısır halkı defalarca kıtlıkla sınandı. Eski Ahit’in Yaratılış Kitabı’nda Firavun’un tuhaf bir rüya gördüğünden bahsedilir:

Ve uykuya yatıp ikinci defa rüya gördü; rüyasında tek bir sapın üzerinde semirmiş ve iyi durumda yedi mısır başağı çıktı.

Ve onların ardından cılız ve şark rüzgârından

yanmış yedi mısır başağı bitti.

Ve cılız başaklar, semiz ve dolgun yedi başağı yuttu.

Ve Firavun uyandı, hepsi bir rüyaydı.

İncil'de anlatılan hikâyeye göreyse, Firavun kâhinlerine gördüğü rüyanın ne anlama geldiğini sormuştur ama kâhinler (beklenmedik bir şekilde) kendisine yanıt verememiştir. Bunun üzerine, rüya yorumlarıyla nam salmış İbrani peygamber Yusuf'u yanına çağırır. Yusuf ona şunları söyler:

Mısır diyarının tamamına yedi yıl boyunca büyük bolluk gelecektir ve ondan sonra yedi yıl kıtlık yaşanacaktır; Mısır diyarındaki bütün bolluk unutulacaktır ve bu diyarı kıtlık telef edecektir.

Yusuf daha sonra Firavun'a bilgece bir tavsiyede bulunarak, bolluk yıllarında üretilen tahılları hasadın bereketli olmayacağı kıtlık yıllarında tüketebilmek için saklamalarını söyler. Bu mükemmel bir tavsiyedir.

Elbette tahıl taneleri ve diğer tohumlar uzun süreler boyunca saklanabilir çünkü bitkilerin yaşam döngüsünde doğal seçilimin onlar için tasarladığı işlev budur. Tohumlar bitkilerin yavruları için ayırdıkları, ancak bizim kendi çıkarlarımız için talan

ettiğimiz besin stoklarıdır. Bu bizi yetiştirdiğimiz tarımsal ürünlerin paraziti yapar, ancak ne yazık ki bizim haricimizde başka parazitler de vardır. Bu konuda virüsler, bakteriler, mantarlar, kemirgenler ve Incil'in Mısır'dan Çıkış kitabında bahsedilen on beleden biri olan göçmen çekirgeler gibi böceklerle rekabet içindeyiz.

Pas mantarlarının neden olduğu hastalıklar tahıl ürünlerinin karşılaştığı en büyük tehditlerden biridir çünkü pas mantarları hızla evrimleşmelerine olanak tanıyan kısa yaşam döngülerine sahiptir ve havada uçuşan minik sporlar aracılığıyla etrafa kolayca yayılabilir. 1998'de Uganda'da ortaya çıkan ve Ug99²⁰ adı verilen bir kök pası suşu Afrika'nın buğday yetiştirilen bölgelerine hızla yayılmış ve dünya üzerindeki toplam buğday mahsulünün üçte birinden fazlasını tehdit etmeye başlamıştır. Ekmeklik buğday türlerinin yüzde 90'ı Ug99'a duyarlıdır, ama şans eseri daha nadir bulunan türlerin genlerinden faydalanarak Ug99'a dirençli ve yüksek rekolte veren çeşitler üretmek mümkün olmuştur.

Besin kaynağımız olan tüm tarım ürünlerini güvence altına almamız, sürekli evrimleşen hastalıkların oluşturduğu tehditlere devamlı karşılık

verebilmemize bağlıdır. Bu savaşta cephanemiz hastalıklara karşı koruma sağlayan genler barındıran çeşitli tarım ürünlerinden ve yerel bitki çeşitlerinden oluşan bir koleksiyon olacaktır. Bu konu biraz tartışmalı olsa da küresel tahıl ambarının doldurulmasına en büyük katkıyı sağlayan Rus bilim insanı Nikolay Ivanoviç Vavilov'dur (1887-1943). Günümüzde 10 milyonlarca insanın beslenmesine yardımcı olmuş bir Rus milli kahramanı olarak görülen, ancak Sovyet hapisanesinde açlıktan ölen bir bilimcinin trajik hikâyesidir bu.

Vavilov ziraat fakültesinden mezun olduktan sonra belli aralıklarla Rusya'yı perişan eden kıtlığı yok etmeyi hedefleyerek bitki hastalıkları üzerine araştırmalar yapmaya başladı. Araştırmalarının sonucunda farklı bitki türlerinin hastalıklara karşı ne kadar direnç gösterdiğinin o zamanlar yeni ortaya çıkmış genetik bilimi aracılığıyla anlaşılabilceğini fark etti ve 1913'te karşısına çıkan fırsatı değerlendirerek İngiltere'deki Cambridge Üniversitesi'ne gidip genetik biliminin öncülerinden William Bateson'la çalıştı.

Vavilov Cambridge'deyken, Charles Darwin'in o dönem üniversitenin içinde saklanan kişisel

kütüphanesinde yer alan kitapları okuyarak gelecekte yapacağı araştırmalar için ilham aldı.²¹ Açıkça ilgisini çeken iki konu Darwin'i özellikle etkiledi: tarım ürünlerindeki kalıtımsal varyasyonlar ve coğrafi farklılıkların yeni türlerin evrimleşmesinde oynadığı roller. I. Dünya Savaşı'nın patlak vermesiyle Rusya'ya dönen Vavilov otuz yıl boyunca durmak bilmeksizin numuneler topladı, araştırma yaptı ve seyahat etti.

Vavilov'un toplama merakı onu Avrupa, Kuzey Afrika, Kuzey ve Güney Amerika, Karayipler, Afganistan, Çin, Japonya ve Güneybatı Asya'da uzun keşif gezilerine çıkmaya ve gittiği her yerden tarım ürünlerinin tohumlarını toplamaya yöneltti (Harita 4). Bulduğu her fırsatta Leningrad'da çalıştığı enstitüye kilolarca tohum gönderdi ve her numunenin yanına numunenin hangi hastalıklara dirençli olduğunu, alındığı rakımı ve yeri belirten notlar ekledi. 1930'ların başına gelindiğinde, aralarında Leningrad'da çalıştığı enstitünün yakınlarında yetiştirilen 30 bin buğday çeşidinin de bulunduğu 200 bin'den fazla numuneden oluşan bir koleksiyona sahipti.

Numune toplamak için çıktığı seyahatlere,

herhangi bir tarım ürünü için genetik çeşitliliğin en zengin olacağı yerin, sözkonusu ürünün ilk evcilleştirildiği bölge civarında bulunacağına dair oluşturduğu teori kılavuzluk etti. Bu teori zamana yenik düştü²² ancak Vavilov'un genetik çeşitlilik açısından son derece zengin bazı yerlerin dağlık bölgelerde bulunduğunu keşfetmesini de sağladı.²³ Bu da onu çok zor erişilebilen, tehlikeli yerleri bulmaya itti.

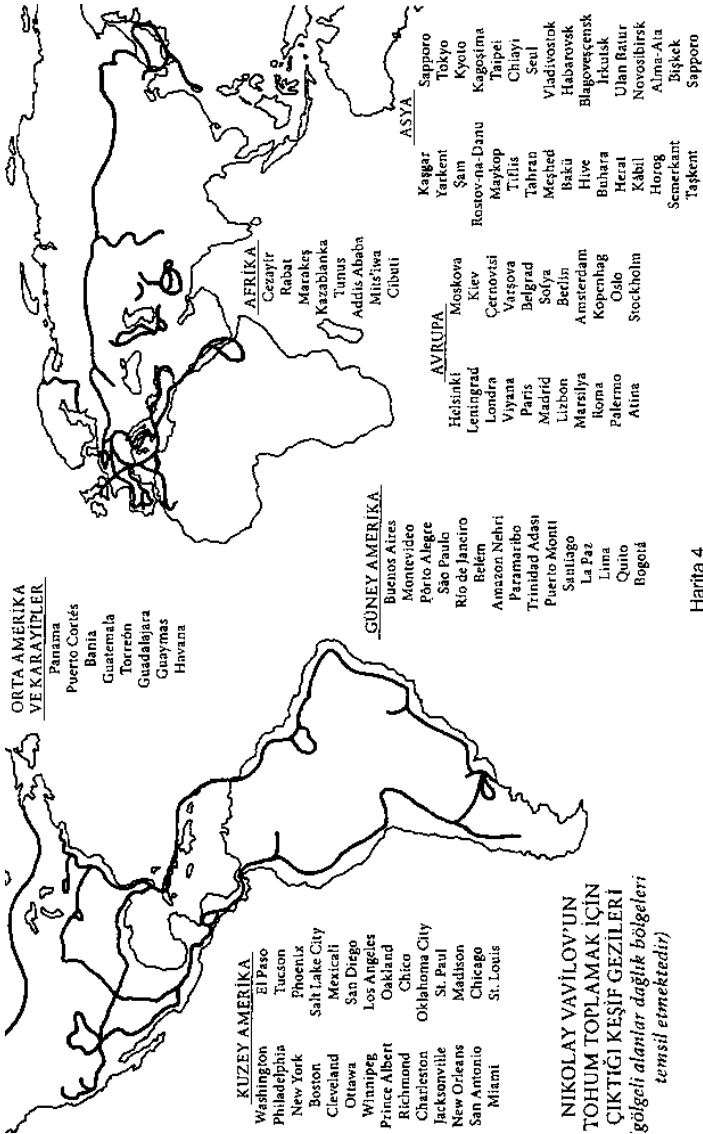
Vavilov 1930'ların sonlarında, bitki toplama maceralarının hikâyesini anlatan *Five Continents* [Beş Kıta] adını vereceği kitabını yazmaya başladı, ama kitabı, önce yanında çalışan birçok bilimcinin yaşamına, sonrasında da Vavilov'un kendi yaşamına mal olan Stali-nist politikalar yüzünden yayımlanamadı. Yirmi yıl boyunca kitabın müsveddelerinin kayıp olduğu düşünüldü²⁴ ancak 1960'lı yılların başlarında, hayatını kaybeden Vavilov'un itibarı iade edildikten sonra, sekreteri A. S. Mishina kitabının büyük bir kısmını gizli polisten cesurca sakladığını açıkladı.

Vavilov'un ziyaret etmek için yanıp tutuştuğu yerler arasında Habeşistan (modern Etiyopya) ve komşusu Eritre'nin dağlık alanları bulunuyordu. Vavilov *Five Continents'ta*. Habeşistan'da seyahat

izni almak için -tahta geçtikten sonra İmparator Haile Selassie olarak anılan ve Rastafarianların kutsal saydığı- Ras Tafari'yle nasıl tanıştığını da anlatmıştır. Etiyopya'nın dağlık kesimleri Vavilov'u genetik çeşitlilik konusunda hayal kırıklığına uğratmadı, Vavilov şöyle yazmıştı: "Arazide çok çeşitli bitkilerden oluşan olağanüstü bir karışım var. Tek bir alanın botanik kompozisyonunu temsil eden bir numune elde etmek için yüzlerce tohum başı toplamam gerekti". Vavilov büyük bir heyecanla, Mavi Nil'in üst kesimlerinin kıyılarında yer alan Aksum yakınındaki bir alanda, bitki ıslahçılarının onyıllardır boşa çaba harcayarak yetiştirmeye çalıştıkları, ancak bu bölgede doğa ananın kendi kendine ürettiği bir durum buğdayı türü keşfettiğini yazmıştır.²⁵

Vavilov'a eşlik edenler, yollarına devam edip Eritre'ye doğru ilerlediklerinde, haydutların yol kesebileceğini düşünerek tedirgin olmaya başladı.

“Onlara cesaret vermek için grubun önünden yürü-



Harita 4

mem gerekti. Nehri geçtikten sonra, ancak birkaç saatlik yol almayı başıarabilmişken,

yoğun bitki örtüsünün arasında bir grup silahlı adam belirdi. Silahlarını bölgeden geçen konvoylara saldırmak için kullandıkları aşıkârdı.” Haydutlar konvoyun başını bir Avrupalının çektiğini gördüklerinde, Avrupalıların genellikle yanlarında bol miktarda silah taşıyarak seyahat ettiğini bildiklerinden, kibarca başlarını eğerek selam verdi ve keşif ekibine geceyi köylerinde geçirmelerini teklif etti. “Geç olmuştu ve geceyi geçirmek için bir yerde konaklamamız gerekiyordu ama bu durumla nasıl başa çıkacaktık?” Ruslar en iyi altıpatırlarlarını doldurmaya, gece sızmamak için yeterince yabancı kahve içmeye ve beş yıldızlı brendilerinden kalan son iki şeyi çetenin liderine hediye etmeye karar verdi. “Görevini yerine getiren kılavuz hafif çakırkeyf olmuş bir şekilde kızarmış tavuk, bir çanak bal ve tefften yapılmış kucak dolusu yassı ekmekle geri döndü.”

Teff çok ufak tohumlu bir tahıldır. Tohumları buğday, çavdar ve arpa tohumlarından çok daha ufaktır, ancak bu bitki de tıpkı

evcilleştirilmiş tahıllar gibi yapay seçilime uğratıldığından kolayca dağılmayan tohum başlarına sahiptir. Teff Etiyopya'ya özgü endemik bir tarım ürünü olsa da teffin evcilleştirilmemiş kökeninin dayandığı yabani ve daha çok yapraklı atası²⁶ tropikal ve ılıman iklimli bölgelerde yaygın olarak yetişmektedir. Yalnızca Etiyopya'da yaşayan insanlar bu bitkinin olağandışı unundan yapılan ekmeğin tadına varmış ve bu yabani otu bir tarım ürününe dönüştürmüştür. Teff tohumları glüten içermez ve bu yüzden bu tahılın unundan elde edilen hamur, buğday unundan üretilen hamura elastiklik kazandıran ve ekmeklerin kabarmasını sağlayan özelliklere sahip değildir. Bunun yerine, teff unu su ve baharatlarla karıştırılarak fermente olması ve yoğunlaşması için dinlendirilir. Daha sonra, elde edilen karışım sıcak bir saca dökülerek *injera* adı verilen ekmek pişirilir. *Injera* ırnemli, kıvrılabilir ve pişirilme esnasında çıkan gaz yüzünden üzerleri minik deliklerle kaplı yassı ekmeklerdir. *İnjera* ekmekleri hafif ekşidir ve dünyanın diğer yörelerinde pişirilen yassı ekmekler gibi kepçe şeklinde tutularak sofradaki diğer yiyecekleri kaşıklamak veya yiyecekleri sarıp bir lokmada yenilebilecek küçük dürümler yapmak için

kullanılır.

Botanik açıdan eşsiz bir hediye olan *injera* ekmeğine ve Vavilov'un kılavuzunun haydut kampından getirdiği diğer lezzetli yiyeceklere rağmen, Ruslar akıllıca davranarak bu misafirperverlik gösterisine

güvenmemeye karar verdi. Hırsızları yatıştırmak ve olası kurbanlarını ayıltmak için seçici bir şekilde pay edilen alkol ve kahve, Vavilov'un ekibiyle birlikte sorun yaşamadan kaçabilmesini sağladı. Saatler sabahın 3'ünü gösterdiğinde, haydutlar hâlâ uykudayken, keşif ekibi eşyalarını toplayarak aceleyle yola çıktı.

Vavilov kariyerini ne kadar kahramanca inşa ettiyse, hayatını da o kadar trajik ve ironik bir şekilde kaybetmiştir. Anavatanında baş gösteren kıtlığı sona erdirmek için dünyanın en ıssız köşelerinde seyahat ederken karşılaştığı tüm zorluklara rağmen hayatta kalmayı başaran bilimci Vavilov, Stalin'in gizli polisi tarafından ortaya atılan asılsız iddialar nedeniyle vatana ihanet ve sabotajla suçlanmıştır. Vavilov 1940'ta hapse atılmış, işkenceye maruz bırakılmış ve profesyonel kariyerini başlattığı kasabada kasti olarak aç bırakılarak yavaş yavaş öldürülmüştür.

Ancak Vavilov'un hayatının hem acı hem tatlı bir sonu olmuştur. Haziran 1941'de, Alman ordusu Sovyetler Birliği'nin sınırlarını hızla geçip Eylül'de Leningrad'ın kapılarına dayanmış ve burada sert bir direnişle karşılaşp durmak zorunda kalmıştır. Sovyet yetkilileri Vavilov'a ve ekibine zulmetse de şehirdeki enstitüde saklanan tohum koleksiyonunun kurtarılması gerektiğini anlamış ve koleksiyonu enstitüden çıkarıp kurtarmak için planlar yapmıştır.²⁷ Diğer taraftan, Almanlar da koleksiyonu ele geçirmek için planlar yapmış ve bunun için de SS subaylarından oluşan *Russland-Sammelcommando*^{1*} adlı özel bir birlik kurmuştur. Ruslar koleksiyonun ufak bir kısmını kurtararak güvenli bir yere taşımayı başarmıştır, ancak koleksiyonun en büyük ve en önemli bölümü, kendilerini onu korumaya adanmış çekirdek bir bilimci kadrosuyla beraber, kuşatma altındaki şehirde kalmıştır. Bu biliminsanlarının büyük çoğunluğu açlığını dindirebilecek değerli tohumları korumaya çalışırken açlıktan ölmüştür.

Almanların bombardımanı Leningrad'ı yerle bir etmeyi amaçlıyordu ama Hitler'in kendini beğenmişliği enstitüyü ve barındırdığı koleksiyonu yok olmaktan şans eseri kurtardı. Nazi lideri şehri ele

geçireceğinden o kadar emindi ki Astoria Otel’de düzenlemeyi planladığı zafer kutlamalarının davetiyelerini önceden bastırmıştı. Vavilov’un enstitüsü de şans eseri Astoria Oteli’nin ve Alman konsolosluğunun yakınında yer alıyordu ve bu sayede bombardımanın en yoğun olduğu noktaların dışında kalarak kurtulmayı başardı.

Vavilov’un ardında bıraktığı mirasın gerçek değeri nihayet 1979’da, yaşam öyküsünü kaleme alan G. A. Golubev’in, Vavilov’un tohum koleksiyonunun ve tohum ıslah programlarının Sovyet tarımı üzerinde yarattığı etkiyi değerlendirmesiyle fark edilmiştir.²⁹ Golubev Sovyet-ler Birliği’nde ekili toprakların yüzde 80’inde yetiştirilen ürünlerin Vavilov’un enstitüsündeki koleksiyonlardan elde edilen bitki türlerinden türetildiğini hesaplamıştır. O dönemde yaklaşık bin adet yeni bitki türü Vavilov’un adını taşıyordu ve bu türlerden her yıl, dönemin resmi döviz kuruyla hesaplandığında 1,5 milyar dolar değerinde olan fazladan 5 milyon ton ürün elde ediliyordu.

Vavilov’un yarattığı koleksiyona benzeyen tohum koleksiyonlarının barındırdığı genetik çeşitlilik, tarım ürünlerinin yabani atalarına oranla çok

daha çeşitli iklim şartlarında ve çok daha geniş bir coğrafi alanda yetiştirilebilmesine olanak tanır. Ekmeklik buğday, uyumlu genomu ve yüz binlerce farklı çeşidiyle bunun en iyi örneğidir. Ancak ekmeklik buğday için bile çeşitli kısıtlamalar vardır ve bu ürünün küresel rekoltesi, küresel ısınmanın olumsuz etkilerine şimdiden maruz kalmıştır.³⁰ Bir tarım ürününün çeşitlilik potansiyeli, sözkonusu ürünün iklimle ilgili sınırlarına dayandığında, benimsenecek en iyi strateji ortamda hâkim iklim şartlarına daha iyi adapte olmuş bir türe geçiş yapmak olabilir. Vavilov çıktığı ilk keşif gezisinde böyle bir değişime şahit olmuştur.

Vavilov 1916'da, Rus Devrimi'nden bir yıl önce, aralarında küflenmeye karşı son derece dayanıklı bir buğday türünün de bulunduğu yerel arpa, çavdar ve buğday tohumlarını toplamak için İran'da bir keşif gezisine çıktı.³¹ Bu tohumları topladığı sırada, kışlık buğday tarlalarının yabani çavdar otuyla kaplandığını ve dağların daha yüksek kesimlerine çıktığında çavdarın, irtifanın artmasıyla giderek daha zayıf bir performans sergileyen buğdayın yerini aldığını gözlemledi. Bu keşiften, günümüzde genel olarak kabul gören bir fikir üretti. Vavilov'a göre çavdar, buğday

tarlalarında yetişen, buğdayla beraber hasat edilerek tesadüfen evcilleştirilen yabancı bir ottu ve buğdayın iyi yetişmediği yerlerde buğday yerine kullanılıyordu.

Çavdar ekmeklik buğdaydan çok daha dayanıklı bir bitkidir, verimsiz topraklara ve soğuk iklimlere daha iyi adapte olmuştur ve kuzeyde, Kuzey Kutup Dairesi'nin sınırlarına ulaşan yerlerde yetiştirilir. Bu tahıl yüksek oranda protein ve arabinoksilan (veya pentozan) adı verilen sıradışı karbonhidratlar içerir. Arabinoksilanlar bol miktarda su tutma özelliğine sahiptir; bu özellikleri doğada çavdar tohumlarının çimlenmesine yardımcı olur ve pişirildiğinde çavdarın ekmeklik buğdaydan dört kat fazla su çekmesine olanak tanır. Ekmeklik buğday çabuk bayatlar çünkü içerdiği nişasta pişirilip soğutulduktan sonra kristalleşerek sertleşir. Ancak bu süreç tersine doğru da işler ve bu yüzden ısıtılan buğday tazeleşir. Buna karşın, arabinoksilanlar soğutulduğunda yumuşaklığını korur ve bu özellikleri çavdar ekmeğinin daha uzun bir raf ömrüne sahip olmasını sağlar.

Kuzey ve Doğu Avrupa'da daha ziyade fakirlerin tükettiği çavdar ekmeği, halen bu bölgelerde yaygındır. Bu bölgelerden gelen göçmenlerin talebi

üzerine, 19. yüzyılda ABD’de çavdar ekmeği üretilmeye başlanmış ve çavdar 1960’lara kadar ABD’de yaygın olarak yetiştirilmiştir. Daha sonra, çavdara gösterilen talep azaldıkça ve çavdar giderek daha az yetiştirildikçe tuhaf bir şey olur ve çavdar diğer tarım ürünlerinin ekili olduğu tarlalarda yabani bir ot olarak bitmeye başlar. 21. yüzyılın başlarına gelindiğinde, yabani çavdar, ABD’nin batısında yüz binlerce hektar tarım arazisini istila etmiş ve yılda 26 milyon dolara varan kayıplara neden olmuştur. Bunun nedenini açıklamak için çeşitli teoriler ortaya atılmıştır; bu bitkinin yeni bir melez tür olabileceği veya bu bitkinin bir zamanlar kasten ekildiği tarlalarda kendiliğinden yetişebilecek hale gelmiş olabileceği düşünülmüştür. Yabani çavdarın özelliklerinin ve genetik yapısının incelendiği araştırmalar her iki düşüncenin de yanlış olduğunu ortaya çıkarmıştır. Eski Dünya’da tesadüfen evcileştirilerek Yeni Dünya’ya bir tarım ürünü olarak getirilen çavdar, Kuzey Amerika’da yeniden evrimleşerek yabani bir ota dönüşmüştür. Tek bir genin geçirdiği değişim, tohum başlarının taşıdığı tohumları yenisinden etrafa saçmasına -bulundukları ortamda hızla yayılmaları için yabani bitkiler açısından büyük bir

avantajdır- ve tohumların yabani çavdar tohumlarına benzer biçimde küçülmesine yol açmıştır.³² Bu, tarımın insanlığın yakın tarihte geçirdiği evrimi nasıl şekillendirdiğini göstermesi haricinde, evrimin durmaksızın işlediğine en iyi örnektir.

Bitkilerin evcilleştirilmesi yalnızca tarım ürünlerinin evrimleşme sürecinde büyük değişikliklere yol açmamış, dolaylı ve dolaysız yollardan kendi türümüzün evrimleşme sürecinde de büyük değişiklikler yaratmıştır. Gerçekten de insan toplumu o kadar önemli değişimler geçirmiştir ki Avustralyalı tarihçi V. Gordon Childe, 1930’larda kaleme aldığı bir yazıda, Neolitik dönemde yaklaşık 10-12 bin yıl önce meydana gelen bu olayı bir devrim olarak nitelendirmiştir.³³ Neolitik dönemin öneminin abartıldığını söylemek zordur. Tarlalara bakma ihtiyacı yerleşim alanlarında kalıcı olarak yaşanmasına yol açmıştır, tarımla ortaya çıkan ihtiyaç fazlası gıda ürünleri, toplulukların büyümesine olanak tanımıştır ve besin toplamak gibi temel ihtiyaçlarımızı karşılamaya yönelik faaliyetler haricindeki meşgalelerle uğraşmak üzere işgücü açığa çıkmıştır. İnsanlık tarihinde başka bir dönüm noktası olan Sanayi Devrimi, kendisinden 10 bin yıl önce meydana gelen

Neolitik Devrim olmasa gerçekleşemezdi.

Tarım sayesinde bol miktarda gıda maddesi üretme imkânı kazanılmış olsa da tahıla dayalı, nişasta içeriği açısından zengin bir beslenme düzenine geçiş yapılması, Bereketli Hilal’de yaşayan ilk çiftçiler için pek de sağlıklı olmamıştır. Tükürüğümüzde, eskisine göre radikal bir şekilde farklılık gösteren bu yeni beslenme düzenine nasıl adapte olduğumuzu ortaya koyan deliller vardır. Yiyecek beklentisiyle salya akıtmanın görgü ve nezaket kurallarına uygun bir davranış olduğu söylenemez. Buna rağmen, lezzetli yiyeceklerin kokuları kibarca, “ağız sulandırıcı” ifadesiyle tarif edilir. Ağızın sulanmasının nedeni tükürük bezlerinin, yemek kokularıyla uyarılıp yiyecek beklentisiyle tükürük pompalamasıdır. Tükürük çoğunlukla sudan oluşur ancak tükürüğün içinde, midede değil de ağızda başlayan sindirim sürecini harekete geçirenler de dahil olmak üzere bir dizi farklı enzim de bulunur. Tükürüğün içerdiği proteinin yarısı kadarı, nişastayı parçalayarak şekere dönüştüren a-amilaz adı verilen bir enzimden oluşur ancak herkesin tükürüğü aynı miktarda a-amilaz enzimi içermez.

Tükürüğünüzün içerdiği a-amilaz miktarı stres

gibi birçok etken yüzünden farklılık gösterebilir ancak bu enzimin miktarının insanlar arasında farklılık göstermesine neden olan en önemli etken kendilerine atalarından a-amilaz geninin kaç kopyasının miras kaldığıdır; bu genin kopyalarının sayısı birle on beş arasında herhangi bir değer alabilir. Bu genin kopyalarının sayısının niçin bu kadar farklılık gösterdiği tam olarak bilinmese de görünüşe bakılırsa Neolitik Devrim bol miktarda nişasta tüketen popülasyonlarda bu genin kopyalarının ortalama sayısının artmasına neden olmuştur.

Yapılan bir araştırmada yüksek miktarda nişasta içeren besinlerle beslenme alışkanlığına sahip üç popülasyonun bireyleriyle düşük miktarda nişasta içeren diyetler uygulayan dört popülasyonun bireylerinin sahip olduğu a-amilaz geni kopyalarının sayıları karşılaştırılmıştır.³⁴ Yüksek miktarda nişasta içeren besinlerle beslenen grupta geleneksel olarak bol miktarda tahıl (pirinç, buğday ve mısır) tüketen Japonlar ve Avrupa kökenli Amerikalılar ve bunlara ek olarak da tarım yapmayan ancak nişasta içeren bitki köklerini ve yumrularını bol miktarda tüketen Hadza adında Afrika kökenli bir avcı toplayıcı kabilenin üyeleri yer almıştır. Düşük miktarda nişasta

içeren diyetler uygulayan gruptaysa üç farklı Afrika kabilesinin ve bir Sibirya kabilesinin üyeleri yer almıştır. Araştırmanın sonucunda yüksek miktarda nişasta içeren besinlerle beslenen gruptaki insanların, düşük miktarda nişasta içeren diyetler uygulayan gruptaki insanlara oranla ortalama iki adet daha fazla a-amilaz geni kopyasına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Elde edilen sonuç, ilk gruptaki bireylerin fazladan a-amilaz geni kopyalarına sahip olmalarının, yüksek miktarda nişasta içeren beslenme düzenine uyum sağlamak için geçirdikleri bir adaptasyondan kaynaklandığına işaret eder.

Ekmek, pilav, bitki kökleri veya yumrularını yemeye başladıkları anda nişastayı daha iyi sindiren bireyleri kayıran doğal seçilimin, tarım öncesi toplumlardaki mevcut gen kopyası sayısını nasıl etkilediğini hayal etmek kolaydır. Bu teorinin küçük ama mide bulandırıcı kusuru nişasta sindiriminin aslında ağızda değil de pankreas tarafından salgılanan başka bir amilaz enzimi tarafından midede gerçekleştiriliyor olmasıdır. Tükürükteki a-amilaz enziminin aksine pankreatik amilaz enzimi kopyalanmaz ve bu yüzden sayısı insandan insana farklılık göstermez. Yine de ağızda yiyeceklerle karışan tükürük amilazı

mideye ulaştığında da çalışmaya devam ettiğinden, daha fazla a-amilaz geni kopyasına sahip insanlar gerçekten de nişastalı yiyecekleri bu genin daha az kopyasına sahip olanlardan daha iyi sindiriyor olabilir. Bu verimlilik hipotezi kolayca test edilebilir.

Nişasta tamamen parçalandığında tüm canlı hücrelere enerji sağlayan glikoz şekeri molekülleri açığa çıkar. Bu yüzden, eğer verimlilik hipotezi doğru olsaydı, nişasta yedikten sonra a-amilaz geninin çok sayıda kopyasına sahip insanların kan dolaşımında, aynı genin daha az kopyasına sahip olanlara oranla daha yüksek miktarda glikoz bulunması gerekirdi. Ancak bu deney yapıldığında beklenenin tam tersi sonuç çıkmış;³⁵ bol miktarda tükürük amilazı üreten insanların kan dolaşımında, az miktarda tükürük amilazı üreten insanlara oranla çok daha az glikoz molekülü olduğu görülmüştür. Bu durum neden kaynaklanmış olabilir?

Kan dolaşımındaki glikoz miktarı insülin hormonu tarafından büyük bir hassasiyetle ayarlanır. Motoruna gereğinden fazla benzin konması bir araç için ne kadar tehlikeliyse, kanda gereğinden fazla yakıtın dolaşması da vücut için o kadar tehlikelidir. Görünüşe bakılırsa, yüksek miktarda nişasta içeren

diyetlerle beslenen ve çok sayıda a-amilaz genine sahip insanlar bu genetik yapıdan faydalanır. Ancak bu yapının onlara sağladığı asıl fayda nişastayı daha iyi sindirmelerine yardımcı olmak değil, bunun yerine bol miktarda nişasta içeren besinler tükettikten sonra kan dolaşımlarındaki glikozun tehlikeli seviyelere ulaşmasını engellemektir. Kanda gereğinden fazla glikoz bulunmasının tip 2 diyabete yol açabileceği düşünüldüğünde, bu durum şüphesiz doğal seçilimin dikkate alacağı bir avantajdır. Eğer bu hipotez doğruysa tükürük amilazının işlevi yalnızca nişastanın sindirimini başlatmakla sınırlı kalmaz, ayrıca nişastanın içindeki şekerleri parçalayıp ağzın içinde serbest bırakarak tat alma reseptörleri aracılığıyla vücuda, bol miktarda nişastanın mideye doğru ilerlediğini bildiren bir erken uyarı da gönderir. Bu sayede beklenen nişasta akınım dengeleyecek miktarda insülin hormonu salgılanarak kandaki glikoz miktarının yüksek seviyelere ulaşması engellenebilir.

Tahılların evcilleştirilmesi yalnızca yüksek miktarda nişasta içeren diyetlerle beslenme yeteneğimizi geliştiren genetik değişikliklere yol açmamış, insanların en iyi arkadaşlarının evrimleşme sürecini de

etkilemiştir. Köpekler en az 10 bin yıl, belki de daha uzun bir süre önce kurtlardan evcilleştirilmiştir. Dolayısıyla tarımın icat edilmesinden bu yana ya masamızda yiyeceklerimizi paylaşır ya da yemek artıklarınıyla beslenirler. Köpekler insanlar gibi tükürük amilazı enzimine sahip değildir, ama köpeklerle vahşi ataları kurtların genomları karşılaştırıldığında, köpeklerde nişasta sindirimini etkileyen üç genin, evcilleştirilmeleri esnasında değişim geçirdiği görülür.³⁶ Bu değişimlerden biri, köpeklerin sindirim sistemine amilaz enzimi sağlayan genlerin kopyalarının sayısında büyük bir artış olmasıdır. Evrim köpeklerin masamızdan artakalan nişastalı yemek kırıntılarıyla beslenebilmeleri için adaptasyon geçirmelerini sağlamıştır.

Günlük ekmeğimiz, aslında çoğumuzun hafife aldığı gündelik besin kaynağımız, bizi akla gelen her açıdan değiştirmiş 12 bin yıllık gizli bir tarihe sahiptir. Bitkilerin ve hayvanların evrim sürecini kendi çıkarlarımız doğrultusunda nasıl yönlendirebileceğimizi bize öğreten Neolitik Devrim'in mihenk taşıdır. Tarım insan popülasyonunu beslemiş ve büyütmüştür ve hayatta kalmak için ihtiyaç duyduğumuzdan daha fazla besin maddesi

üretebilmemizi sağlayarak yaşayanlar için şehirler, ölümler için mezarlar inşa etmemize olanak tanımıştır. Tarım bize ayrıca doğayı anlamamız ve nihayetinde yasalarını keşfetmemiz için boş vakit sağlamıştır. Evcilleştirme faaliyetlerinin bitkiler ve hayvanlar üzerinde yarattığı etkileri inceleyen Darwin bu organizmaları isteklerimiz doğrultusunda şekillendiren yapay seçim sürecinin, bizi ve diğer tüm canlıları şekillendiren doğal seçim süreciyle aynı olduğunu görmüştür. Ekmek bizi medenileştirmiştir ve biz de şu anda gezegenimizi medenileştirme sürecini tamamlamak üzereyiz.

Bir lokma ekmekle tarımın ilk ortaya çıktığı günlere geri döndük, daha sonra da zamanda ileri giderek bitkilerin evcilleştirilmesinin, türümüzün evrimleşmesi açısından ne gibi etkiler yarattığını inceledik. Taze ekmeğin kokusu mide sıvılarımızın salgılanmasını tetikledi ve ağzımızın içindeki nişasta bizi sıradaki yiyecekler için fizyolojik anlamda hazırladı. Bence artık çorba içme zamanı geldi. Sizce de öyle değil mi?

5* ÇORBA

Tat

Çorbalar bize hayattaki en önemli şeylerin suda çözünen veya suyun içinde askıda duran maddeler olduğunu hatırlatır. Yaşamın kendisi de benzer şekilde denizin içinde, yüksek ihtimalle derin sularda yer alan ve içlerinden sıcak su fışkırtarak deniz tabanını ilginç kimyasal tepkimelerin meydana gelmeye başladığı sıcaklıklara ulaşana kadar ısıtan hidrotermal bacaların etrafında başlamıştır.¹ Charles Darwin yayımlanan makalelerinde yaşamın kökeni hakkında yorum yapmaktan kaçınmıştır, ancak 1871’de bitkibilimci arkadaşı Joseph Hooker’a yazdığı bir mektupta² hayal gücünü kullanarak yaşamın, “içinde her türlü amonyak ve fosfor tuzlarının bulunduğu -ışık, ısı, elektrik ve karbonun mevcut olduğu- bir tür ılık göletin içinde” başlamış olabileceğini yazmıştır.

Birçok konuda bilgi sahibi olan evrim biyoloğu J. B. S. Haldane (1892-1964) bu karışımı sonradan “ilkel çorba”³ olarak adlandırmıştır ve bu tanım geniş bir kitle tarafından benimsenmiştir. Yaşamın kökenine dair ortaya atılan rakip teorilerin savunucuları zaman zaman yaşamın ilkel bir krep, hatta ilkel bir salata sosunda⁴ başlamış olabileceğini ileri sürerek bu konu hakkındaki görüş ayrılıklarını dile

getirmiş olsa da çorba yaşamın menüsünde çok kişinin gözdesi olan ve yerini başka bir yiyeceğin kolay kolay dolduramayacağı bir başlangıçtır. Hatta isviçreli bir gıda bilimcisi, cansız bir ilkel çorbadan yaşama geçişin ilk basamaklarının basit mutfak kimyasıyla, yalnızca nişasta gibi polisak-karitler⁵ kullanılarak başlatılabileceğini ileri sürmüştür. Şahsen patates çorbasının insana yaşam katan özelliklere sahip olabileceği konusunda hemfikir olsam da bu çorbayı bir hidrotermal bacanın üzerinde pişirmek zorunda kalmak hiç hoşuma gitmezdi.

Lezzetin Fizyolojisinin meşhur Fransız yazarı Jean Anthelme Brillat-Savarin (1755-1826), çorbanın dünya üzerinde Fransa'dan daha iyi pişirildiği başka bir yer olmadığını iddia etmiş, bunun şaşılacak bir şey olmadığını yazmış ve nedenini şu kelimelerle açıklamıştır: “Çorba ulusal diyetimizin temelini oluşturur ve yüzyıllar boyunca elde edilen deneyimler sayesinde günümüzdeki mükemmelliğine ulaşmıştır.”⁶ Lewis Carroll'ın *Alice Harikalar Diyarında* kitabındaki Yalancı Kaplumbağa karakteri de çorbaya bir o kadar düşkündür:

Canım çorba, yeşili, bol sebzesi
Sıcak bir kâsede bekliyor bizi!

Kim bu güzelliğin önünde eğilmez
 Akşam çorbasından, çorbadan içmez!
 Akşam çorbasından, canım çorba!⁷

Harold McGee vazgeçilmez kitabı *On Food and Cooking'de** [Gıda ve Yemek Yapmak Üzerine] okuyucularına, gözlerini bir kase sıcak Japon miso çorbasının ortasına dikmelerini ve konveksiyon akımlarının neden olduğu kabarmaları, yükseklerde dalgalanan bulutları seyreder gibi, gökyüzünden dünyaya bakan bir tanrı edasıyla izlemelerini söyler. Çorbaların harikalarla dolu olduğu aşikar. Ayrıca çorbalar tatları açısından çok çeşitlilik gösterir. Tat alma duyumuz bize ağzımızın içindeki sıvıların içeriğindeki maddelerin besleyici ya da zehirli olup olmadığını söyler. Dilimizin üzerinde tuzlu, tatlı, ekşi, acı ve umami tatlarını algılayan beş farklı hücre türü bulunur. Giderek artan sayıda biliminsanı, dilimizin üzerinde yağ tadını da alan alıcılar olduğuna ve yağın altıncı tat⁹ olduğuna inanır. Aristoteles de zamanında böyle düşünmüştür.

Miso çorbası tuzludur ama bunun yanında umami olarak adlandırılan lezzetli, etkileyici ve iştah açıcı bir tada da sahiptir. Tuzlu, tatlı, ekşi ve acı binlerce yıldır belli başlı ana tatlar olarak kabul

görmüş, umami ise 1909'a kadar ayrı bir tat olarak tanımlanmamıştır. Tokyo'daki Imperial Üniversitesi'nde görev yapan kimya profesörü Kikunae Ikeda, aynı yıl, geniş kabul gören dört ana tada ek olarak en az bir tat daha olduğunu ileri süren Japonca bir makale yayımlamıştır: “Bu balık, et ve benzeri gıda ürünlerini yediğimizde algıladığımız olağandışı ve *umai* (iştah açıcı) bir tattır. Bu tada sahip en karakteristik yiyeceklerden biri kurutulmuş torik balığı ve yosun (*Saccharina japonicâ*) kullanılarak hazırlanan balık suyudur (*dashi*). Bu tadın nasıl algılandığı kişiden kişiye farklılık gösterse de çoğu insan bu konu hakkındaki fikirleri sorulduğunda ya anında ya da kısa bir süre düşündükten sonra bu hipoteze katıldıklarını belirtir... Ben bu tada *umami* adının verilmesini öneriyorum.”¹⁰ Kelimelerin sonuna getirilen -mi takısı Japoncada kelimelere “özünde... olan” anlamını kazandırır, yani umami kelimesi Japoncada “özünde iştah açıcı” anlamına gelir.

Ikeda umami tadının, burnumuzun dibinde durmasına rağmen uzun yıllar boyunca fark edilemeyen yeni bir tat olduğuna ikna olmuşsa da, bu tadın varlığını kanıtlayabilmesi için hipotezinin

hangi kimyasal temellere dayandığını tanımlaması gerekmiştir. Ikeda aradığı bileşkenin suda çözünbilmesi ve yosunun yapısında var olması gerektiğini biliyordu, bu yüzden sulu bir yosun özünün veya herhangi bir aşçının tabir edeceği şekilde bir yosun çorbasının kimyasal analizini yapmaya koyuldu. Bunu sözkonusu yosun çorbasını buharlaştırma, damıtma, kristalleştirme ve akla gelebilecek benzer tüm işlemlerden geçirmesini gerektiren, toplamda otuz sekiz basamaktan oluşan yorucu bir süreç izledi. Bu sürecin sonunda Ikeda nihayet yosunlu balık suyuna tadını veren pütürlü kristaller elde etti. Ikeda biraz daha kimyasal sihirbazlık yaparak saflaştırdığı kristallerin glutamik asit olduğunu kanıtlamayı başardı. Bunun sonucunda glutamik asidin, adına sodyum glutamat denen tuzunun, umami tadını veren en etkili madde olduğunu ortaya çıkardı.

Ikeda makalesinde mütevazı bir şekilde, “Bu araştırma iki gerçeği ortaya çıkarmıştır: Bunlardan ilki yosundan elde edilen sıvının glutamat içerdiği- dir, İkincisi de glutamatın *umami* adı verilen tadın algılanmasına neden olduğudur” ifadesini kullanmıştır. Aslında Ikeda bu araştırmasıyla çok daha

önemli bir başarıya imza atmıştır: Tat alma duyumuzun repertuvarında yer alan beşinci ana tadı tanımlamıştır. Ancak Ikeda bununla da kalmamış, biri teorik diğeri pratik iki önemli katkı daha yapmıştır. Umami tadına sahip besinleri tüketmeyi neden istediğimizi teorik açıdan değerlendirmiştir. Glutamik asit et gibi protein açısından zengin birçok besin maddesinde bulunur ve eser miktarlarda olsa bile tadı alınabildiğinden yediğimiz yiyeceklerin besleyici olduğunu gösteren iyi bir sinyal işlevi görür. İnsan sütündeki glutamat konsantrasyonu inek sütüne oranla on kat daha fazladır. Görünüşe bakılırsa umami tadından zevk almamız doğal seçilimin doğru besinleri tükettiğimizden emin olmak için kullandığı yöntemlerden biridir.

Pratik açıdan da, artık geniş kitleler tarafından yemek pişirirken bir lezzet artırıcı olarak kullanılan monosodyum glutamat (MSG) maddesinin üretiminde kullanılan bir yöntemin patentini almıştır. *Konbu* (*Saccharina japonicâ*) gibi yosunların kuru ağırlığının yüzde 3'üne varan kısmı sodyum glutamattan oluşabilir. Çin'de her yıl bu yosun türünün 2,5 milyar tonu hasat edilir. Deniz yosunlarının iyi birer MSG kaynağı olmalarının biyolojik bir

nedeni vardır. Her hücre, içeriğini çevreleyen ve koruyan bir zara sahiptir. Hücre zarları yarı geçirgendir ve su gibi ufak moleküllerin girip çıkmasına izin verir.

Farklı konsantrasyonlara sahip iki çözelti yarı geçirgen bir zarla ayrıldığında, osmoz adı verilen bir süreç başlar ve düşük konsantrasyonlu çözeltinin içindeki su molekülleri yüksek konsantrasyonlu çözeltiliye geçiş yapar. Osmoz süreci, zarın içinden geçen su molekülleri zarın her iki tarafındaki çözeltilerin konsantrasyonlarını eşitleyinceye dek devam eder. Taze yosunlar yüzde 90'a varan oranda su içerebilir. Bu yüzden osmoz sürecinin işlemesi durumunda deniz suyunun yüksek tuz konsantrasyonu yosun hücrelerinin hızla su kaybedip ölmesine neden olur. Bu sorunun çözümü çözeltinin içeriğindeki maddelerdedir. Yosun hücrelerinin içerdiği sodyum glutamat, deniz suyuyla yosun hücreleri arasındaki konsantrasyon farkını eşitlemeye yardımcı olarak, hücrelerin su kaybı yüzünden buruşarak ölmesini engeller. Beklendiği üzere, tuz oranı en yüksek denizlerdeki yosunlar en yüksek MSG konsantrasyonlarına sahiptir.¹¹

Endüstriyel uygulamalarla yosundan elde edilen

beyaz kristalimsi maddeden daha doğal bir glutamat kaynağı kullanmayı tercih ederseniz, glutamatı, pişmiş domateslerden ve soya fasulyesi ezmesi, miso gibi fermente edilmiş çeşitli gıdalardan doğal yollarla alabilirsiniz. Kaliteli parmesan peynirinin pütürlü olması olgunlaşma sürecinde peynirin içinde doğal bir şekilde oluşan MSG kristallerinden kaynaklanır. Erişteli sebze çorbanıza bir miktar parmesan serpin!

Ikeda'nın, yosundan elde edilen glutamatta umami tadı olduğunu keşfetmesinden kısa süre sonra öğrencilerinden biri, *dasbi'nin* diğer ana maddesi olan kurutulmuş torik balığından, inosinat adı verilen, umami tadına sahip bir molekülü izole etmeyi başarmıştır, inosinat bir ribonükleotittir - DNA'daki (deoksiribonükleik asitin) "N" harfini temsil eden bileşikler sınıfı- ve bu yüzden beslenme açısından oldukça önemlidir. Dolayısıyla *dashi* umami tadına sahip iki farklı madde içerir. Aradan onyıllar geçtikten sonra, 1950'lerin sonlarına gelindiğinde, mayalar üzerinde araştırma yapan bir Japon gıda bilimcisi mayaların parçalandıklarında guanilat adı verilen ve umami tadına sahip bir ribonükleotit saldığını keşfetmiştir. Aynı gıda

bilimcisi guanilat veya inosinat nükleotitlerinin glutamatla karıştırılmasının umami tadını son derecede artırdığını, hatta moleküllerin tek başlarına verebilecekleri tattan çok daha yoğun bir tat verdiklerini keşfetmiştir. O halde, *dashi'nin* bu kadar iyi bir çorba harcı olmasının basit kimyasal açıklaması şudur: Yosunun içerdiği glutamatla kurutulmuş torik balığının içerdiği inosinat maddelerini aralarında sinerji oluşturacak şekilde birleştirerek bir umami tat bombasını tetikler.¹²

Dashi belki de sıvı haldeki en saf geleneksel umami kaynağıdır, ama iyi bir et veya sebze suyunun hazırlanması herhangi bir çorbanın pişirilmesi için temel başlangıç noktasıdır¹³ ve neredeyse tüm tarifler kemik veya balık parçacıkları gibi protein kaynaklarının hafifçe kaynatılmasıyla elde edilen, umami tatları açısından zengin bir çözeltinin elde edilmesini içerir. Tavuk suyu o kadar mükemmel bir glutamat kaynağıdır ki bazı mutfaklarda çorba harcı olarak neredeyse yalnızca tavuk suyu kullanılır. Et ve tavuk suyundaki glutamatın başlıca kaynağı hayvansal bileşenlerdir ve umami tadını veren nükleik asitler de aynı kaynaklardan elde edilen inosinat veya tencereye dahil edilen bitkiler veya

mantarlar tarafından sağlanabilir.¹⁴

Balık suyunun yerine kurutulmuş şitake mantarı kullanarak *dashi*'nin vegan bir versiyonunu elde etmek de mümkündür. Şitake ve diğer birçok yenilebilir mantar türü, kurutulduktan sonra ılık suyla yeniden su kazandırıldığında zengin guanilat ve glutamat kaynaklarına dönüşür. Ancak yeniden su kazandırma işlemi sıcak suyla yapılmamalıdır çünkü sıcak su mantarlara tat veren moleküllerin salımını sağlayan enzimleri yok eder. Pişmiş domatesler de sosların ve çorbaların bileşenleri olarak birçok değerli özellik taşır; bunlardan biri içerdikleri glutamatın umami tadının açığa çıkarılmasına yardımcı olmasıdır. Mantarlı ve domatesli pizza isteyen?

Umami öteden beri burnumuzun dibinde dursa da varlığının Japonya'nın dışında beşinci bir tat olarak kabul görmesi onyıllar almıştır.¹⁵ Umami tadının varlığının geniş kitlelerce kabul görmesinin bu kadar gecikmesinin nedenlerinden biri, sofraya tuzu (sodyum klorit) ile sodyum glutamatın benzer tatlara sahip olmaları, dolayısıyla sodyum glutamatın tadının sofraya tuzunun tadıyla karıştırılması olabilir. Ancak Ikeda'nın makalesini okuma fırsatı bulan herkes bu soruna bir çözüm bulabilir. Ikeda

makalesinde suyun tuza oranının 1/400'den daha düşük olduğu konsantrasyonlarda sofranın tadı algılanamazken, sodyum glutamat tadının 1/3000 oranına kadar algılanabildiğine dikkat çeker. Dahası hem umami tadı açısından hem de tuz içeriği açısından zengin soya sosunun kalitesinin belirlenmesi için yapılan testlerin¹⁶ tam olarak bu prensibe dayandığını belirtir. İyi bir soya sosu, içerdiği tuzun etkisi azaltıldıktan sonra bile tadını korur. 1909'da Ikeda'nın makalesinin yayımlanmasının ve onun keşfini doğruluyan biyolojik bulguların ortaya çıkmasının üzerinden neredeyse bir asır geçmiştir.

Dünya üzerinde edindiğimiz tüm deneyimler, dünyadaki yenilebilir şeylerin tatlarının nasıl olduğu da dahil, duyu organlarımızda yer alan özelleşmiş hücrelerde başlayan ve sinir yolları aracılığıyla beyne iletilen bir olaylar zinciri sayesinde kazanılır. Tat alma işini gören duyu organları, yani tat alıcılar dilimizin üst yüzeyinde ve damağımızda bulunur. Ikeda glutamatın tadına baktığında beynine “umami!” sinyali gönderildiğini fark etmiştir, ancak bu öznel bir deneyimdir ve glutamatın tadına bakan başka insanlar, “tuzlu” sinyali aldıklarını

düşünebilir. Glutamatın tadının tuzdan çok daha düşük konsantrasyonlarda algılanabildiğini gösteren seyreltme testi bile şüphecileri, iki tadın farklı olduğu konusunda ikna etmek için yeterli olmamıştır.

Umaminin gerçekten de farklı bir tat olduğunu doğrulayan nihai buluş 21. yüzyılın ilk yıllarında, tat alma organlarımızdaki bazı hücrelerin¹⁷ dış yüzeylerinin, özellikle glutamat ve guanilata ya da inosinata tepki verip de tuza tepki vermeyen proteinlerle donatılmış olduğunun keşfedilmesiyle gelmiştir. Bu proteinler reseptör olarak adlandırılan ve tat geçidi üzerinde minik kilitler olarak işlev gören bir molekül ailesine aittir. Beyne “umami” sinyalinin gönderilmesini tetikleyen reseptörlerin kilidini yalnızca doğru şekle ve kimyasal yapıya sahip moleküller açabilir. Elbette umami tadını bilinçli bir şekilde algılayamayabilir ve yalnızca, “Hmm, bunun tadı güzelmiş,” diye düşünebiliriz.

Zamanla umami reseptörlerinin tek değil çift reseptör proteini içerdiği ortaya çıkmıştır. Bu durum tat alma organlarımız üzerindeki kilitler için bir anahtar yerine iki farklı anahtar kullanılmasının niçin daha güçlü bir tepkiye yol açtığını açıklar. Bu anahtarlardan biri glutamattır ancak ikincisi iki

farklı nükleik asitten herhangi biri olabilir: çoğunlukla pişmiş bitkilerde ve mantarlarda bulunan guanilat veya hayvansal kökenli içeriklerde bulunan inosinat. Bu nükleik asitler hücrelerin, pişirme, çürüme veya fermentasyon sırasında parçalanmasıyla salınır. Glutamatın bir nükleik asitle bileşimi, gıdanın besin değerini göstermesi açısından, glutamatın tek başına olmasından daha iyidir.

Umami reseptörlerinde yer alan bu iki protein *T1R1* ve *T1R3* olarak adlandırılan bir çift gen tarafından üretilir/ Her daim son derece tutumlu olan evrim şeker gibi tatlı maddeleri algılayan reseptör molekülünü T1R1 proteiniyle T1R2 adı verilen farklı bir proteinin karışımından elde etmiştir. İki önemli besin türünün tatlarını algılamaya yarayan ve birbirleriyle büyük benzerlikler taşıyan üç tat reseptörü proteininin evrimleşme süreçleri ortak bir kökene, atalardan gelen tek bir gene dayanıyor olabilir, ancak bu kitabın kaleme alındığı tarihte, bu hipotezin doğru olup olmadığı test edilmemiştir.

Birçok insan evrimin, tıpkı geri vitesi olmayan bir araba gibi, belirli bir yönde ilerleyen bir süreç olduğunu düşünme eğilimindedir, oysa evrim bu şekilde işlemez. Doğal seçilimin, kullanışlı ve

kullanışsız özelliklerin rasgele bir karışımından ele-diği kalıtsal özellikler organizmalara avantaj sağlamadıkları zaman işlevsiz kılınabilir. Evrim sürecinde işlevini yitiren kalıtsal özellikleri kodlayan genler genellikle bir dizi mutasyon geçirerek bir zamanlar organizmalara fayda sağlarkenki hallerinin soluk gölgelerinden ibaret, hayalet benzeri “pseudo-genlere” dönüşür. Bu yüzden kedilerde ve yalnızca et tüketen belli bazı etçillerde, şeker tadını alabilmek anlamını yitirmiştir ve *T1R2* proteinini kodlayan gen de buna

*** Genlerin isimleri eğik harflerle, örneğin *T1R1* şeklinde yazılırken kodladıkları proteinlerin isimleri düz harflerle yazılır, örneğin *Tl R1*.**

bağlı olarak zamanla işlevini kaybetmiştir. Kediniz artık şeker tadı alamaz, kendisine fare şeklinde leziz bir şekerleme verseniz bile. Ayılar etçildir ama dutsu meyveler de yerler, yani şeker tadını almak için elzem olan *T1R2* genine hâlâ sahiptirler. Dev pandalar ayıların akrabasıdır ve yalnızca bambu yi-yerek beslenirler. Dev panda tahmin edilebileceği üzere, şeker tadı alabilir ancak umamiyi alamaz ve *T1R3* geni işlevsel değildir. Deniz aslanları yiyeceklerini çiğnemedi, tek parça halinde yutar, bu

yüzden balık yiyerek beslenen bu canlılarda hem umami hem de şeker tadını algılayan reseptörler işlevlerini yitirmiştir ve *TİR* ailesine ait üç gen de pseudogenlere dönüşmüştür. Evrimleşme sürecinde yaşanan aynı kayıp, tükettikleri besinleri çiğnemedен yutan yunuslarda ve vampir yarasalarda da birbirlerinden bağımsız bir şekilde gerçekleşmiştir. Belki de bu durumdan genomik çağın çocuklarına verebileceğimiz, uyarı niteliğinde bir nasihat çıkarmak mümkündür: “Çiğnemedен yerseniz tadı kaybedersiniz.”

Kediler, ayılar ve denizaslanlarının hikâyeleriyle dikkatinizi yemek pişirmekten farklı bir yöne çekmiş olsam da çorbamız güzelce kaynıyor, o halde tadına bakalım. Çorbamızda kendini umami tadı olarak hissettiren tatmin edici bir dolgunluk ve içine kattığımız bir yudum şarap sirkesinin verdiği hafif keskin bir tat var ama bir şey eksik. Peki ne? Elbette içine bir tutam tuz atmamız gerekiyor! Diğer dört ana tat gibi, tuzu algılamaya atanmış reseptör hücreleri de var. Sofra tuzu veya sodyum klorit (NaCl), çözeltilerin içinde artı yüklü sodyum iyonlarına (Na^+) ve eksi yüklü klorit iyonlarına (Cl^-) ayrılır. Tadını aldığımız, hatta arzuladığımız şey sodyum

iyonudur ve tuzu algılamak için özelleşmiş reseptör hücrelerinin içine kendi dış zarında bulunan kanallar aracılığıyla girer.

Sodyum hayvanların hayatta kalmak için ihtiyaç duydukları temel gereksinimlerden biridir ve vücutlarının içindeki tüm sıvıların önemli bir bileşenini oluşturan sodyumun konsantrasyonu hassas bir şekilde düzenlenir. Tuz düşük konsantrasyonlarda hatta tuzlu tadı vermeyecek kadar düşük konsantrasyonlarda bile yiyeceklere hoş bir tat katar ve lezzetlerini artırabilir, ancak öte yandan yüksek tuz konsantrasyonları tiksindirici olabilir. Kimse isteyerek deniz suyu içmez. Tuvaletlerdeki musluklardan akan suya tuz karıştırarak, su ihtiyacını gidermek isteyen müşterilerini pahalı şişe sularını satın almak zorunda bırakan gece kulüpleri bile vardır.

Fareler üzerinde yapılan araştırmalarda tuzu algılayan iki tür reseptör hücresi olduğu ortaya çıkmıştır.¹⁸ Bu reseptör hücrelerinin bir türü düşük konsantrasyonlardaki sodyum (ve yalnızca sodyum) iyonlarını algılar ve bu da beyni uyararak tuzun daha çok arzulanmasını sağlar. Diğer tür yalnızca yüksek konsantrasyonlardaki sodyum klorürü ve diğer tuzları algılar, ikinci tür reseptör hücrelerinin

uyarılması, organizmaların tuzlu yiyeceklerden kaçınmaya yönelik davranışlar sergilemesine yol açar. İnsanlarda da tuzun algılanmasını sağlayan iki tür reseptör hücresi olup olmadığı bilinmese de görünüşe bakılırsa yüksek ihtimalle iki tür reseptör hücre sine sahibiz. Öyleyse “iyi tuzlu” ve “kötü tuzlu” olmak üzere iki farklı tat algılamamız yerinde olacaktır ve bu da algıladığımız ana tatların toplam sayısını en az altıya çıkarır. Rahatsız edici derecede tuzlu çorba servis edilen tek kişi olmadığımı düşünüyorum.

Şeker, tuz ve umami hoş tatlardır ama bu tatların acı ve ekşi olarak adlandırılan iki çirkin kız kardeşi de vardır. Acı tatlar yüzümüzü istemsiz bir şekilde buruşturmamıza neden olur ve tadı acı yiyecekleri düşündüğünüzde, hepsinin bitkilerden yapıldığını fark edersiniz. Brüksellahanası, lahana, karalahana ve brokoli gibi lahana ailesine mensup tüm yeşiller, tatları evcilleştirme sonucunda yumuşatılmış olsa da, doğaları gereği acıdır. Tere ve roka gibi bitkilerin tadındaki acılık yumuşamamış, görünüşe göre sapkınca tadını çıkardığımız hardalın ve akrobaları vasabiyle yabanturpunun acılığıysa evcilleştirilmeyle daha da artırılmıştır.

Hardalın ve akrabalarının acı tatları glikozinatlar olarak adlandırılan bir bileşkeler sınıfından kaynaklanır. Glikozinatlar kemirgen böcekleri caydırması beklenen savunma molekülleridir, ancak bu bitkileri yiyebilen özelleşmiş tırtıllar da vardır ve eğer sebzelerinizi kendiniz yetiştiriyorsanız bunu siz de çok iyi bilirsiniz. Aslında rokanın [arugula] bilimsel adı Latince tırtıl anlamına gelen *Eruca'dır*. Glikozinatlar yabani hardalları bütün tırtıllardan koruyamasa da bitkilere küf gibi mantar hastalıklarının bulaşmasını önleyebilir.

Bir hayvanın uzun süre maruz kalıp da doğal seçilimle dayanaklılık kazanmadığı bir zehir görülmemiştir, ancak bu, genellikle hayvanların beslenme biçimlerinin son derece özelleşmesi pahasına kazanılan bir özelliktir. Kukurbitin salatalıklara, kabaklara ve akrabalarına acılık veren bir kimyasaldır. Kukurbitin hepçil, iki benekli kırmızı örümceği zehirler, ama hıyar böceği bu maddeye karşı dayanıklılık kazanmıştır¹⁹ ve bu maddenin kokusu, bir yemek çanı gibi onu salatalıklara çeker.

Acı yeşilliklerden yapılan çorbaların tatlarının kötü olacağını düşünebilirsiniz, ama yemek pişirmek o kadar büyümlü ve farklı tatlara verdiğimiz

tepkiler o kadar karmaşıktır ki tere bitkisi kremalı veya patatesli çorbalara ve domuz kaburgasından hazırlanan Çin usulü haşlama ete olağanüstü bir tat katar. Hardal da kremalı soğan, domuz jambonu, gravyer, stilton ve badem gibi besinlerden yapılan kıvamlı çorbalara tat katmak için kullanılır.²⁰ Roka, çorbalar haricinde tıraşlanmış parmesan peyniriyle beraber salatalara da eklenerek acı, tuzlu, yağlı ve umami tatlarına tek vuruşla isabet ettirir.

Bir başka acı bitki bileşiği sınıfı da flavonoidlerdir. Flavonoid genellikle çorbalara katılmaz, ama acı tadının keskinliği limon veya sütle yumuşatıldıktan sonra çayın içinde zevkle tüketilir. Bitkilerin kendilerini savunmak için kullandıkları alkaloit adı verilen bir grup acı bileşik daha vardır. Bu bileşiklere striknin gibi ölümcül zehirler ve morfin, kokain ve kafein gibi psikoaktif uyuşturucular da dahildir. Alkaloitlerin yarattığı etkiyi anlamak için kahvenin bazen ne kadar acı olabildiğini düşünün. Kinin acılığı yüzünden kötü bir üne sahip olsa da toniğin içine katılan eser miktarda kininin verdiği tat hoşumuza gider. Tatlandırıcı içermeyen bir çikolatanın acılığı herkesin damak zevkine uygun değildir, ama teobromin adı verilen bir alkaloit, çikolataya

insanların damak tadına hitap eden bir tat kazandırması açısından son derece önemlidir.

Acı tatlarla ilgili en tuhaf şey, yalnızca bu algımızı tetikleyen çok sayıda farklı bileşiğin olmasıdır. Şekerli bir tada sahip yalnızca birkaç düzine ve umami tadına sahip bir elin parmaklarından az bileşik olmasına rağmen tadı acı binlerce bileşik bulunur. Bunun asıl nedeni bitkilerin çoğunun kendilerini bir tür zehirle savunması ve bitki yiyen hayvanların evrim sayesinde zamanla bu tür zehirleri algılayabilecek donanıma sahip olmasıdır. Tat alma organlarımız üzerinde acı tatları algılayan yalnızca bir tür hücre bulunur, ama bu hücrelerin yüzeyinde, her biri kendi *TAS2R* geni tarafından üretilen ve sayıları 25'e varabilen farklı reseptör proteinleri vardır. Daha evvel değindiğimiz anahtar kilit benzetmesini kullanacak olursak, acı tatların algılanmasını tetikleyen hücrelerin üzerinde 25 farklı kilit olduğunu ve bu kilitlerden herhangi birinin açılmasının beyne acı yediğimize dair bir gönderdiğini söyleyebiliriz. Acı tatlara verdiğimiz tepkinin kilidi ne kadar çok farklı anahtarla (molekül) açılırsa, uyarı sistemi o kadar etkilidir ve bizi o kadar iyi korur. Bazı reseptörler tek bir acı bileşiğini algılayacak kadar

hassas olsa da görünüşe göre çoğu bu kadar hassasiyete sahip değildir ve ancak çok sayıda acı bileşiğine tepki verir, hatta algıladıkları acı bileşiklerde çakışma bile olabilir. Örneğin biranın içindeki şerbetçiotunun acı tadını algılayan üç farklı reseptör bulunur.²¹

Acı tatlara bu kadar farklı tepkiler verebilmemizi sağlayan genleri fareler ve diğer memelilerle paylaşıyoruz. Atalarımız farelerin atalarıyla yollarını 93 milyon yıl önce ayırmıştır,²² dolayısıyla ortak tat genlerimizin evrim tarihimizde çok derinlere uzanan kökleri vardır. Vejetaryen beslenme alışkanlıklarına sahip hayvanlar, yeşil sebzeleri yemeyen hayvanlara oranla, acı bileşikleri algılayan çok daha fazla reseptör genine sahiptir.²³ Kediler acı tatları algılamalarını sağlayan yalnızca 6 reseptör genine sahipken, farelerde bu sayı 35'tir. 25 acı reseptör geninden oluşan repertuvarımız atalarımızın, tıpkı kuzenlerimiz büyük insansı maymunlar gibi, çok çeşitli bitki türlerini yiyebildiğine işaret eder. İnsan genomunda yer alan ve bir zamanlar acı tatları algılayan reseptörleri kodlamakla görevli 11 pseudogen²⁴ çok eski zamanlardan kalma hayaletlerdir.

Yapılan yaratıcı bir deney bu kilitlerin (reseptör

proteinlerinin) yiyeceklerin acı mı tatlı mı olduğunu algıladığını, ancak bu maddelerin tadını iyi veya kötü bulmamızın, bu tat hücrelerinin beynimize nasıl bağlandığıyla ilişkili olarak değiştiğini ortaya koymuştur. Araştırmacılar genetik mühendisliği uygulamalarını kullanarak şekerli tatları algılayan hücreler üzerindeki normal reseptörler yerine acı reseptörleri yerleştirmiştir. Bu yöntemle genetik yapıyla oynanan fareler acı maddelere, tatlı maddelere verdikleri tepkilerin aynısını vererek, normalde yaptıkları gibi onlardan kaçınmak yerine onları çabucak midelerine indirmiştir.²⁵ Evrimin acı tatların hassasiyetini ufak değişiklikler yaparak çok sayıda farklı moleküle göre ayarlamasına olanak tanıyan şey, tek bir kapıyı (tat alma hücrelerini) açan birçok farklı anahtardan (reseptörlerden) oluşan bu mekanizmadır.

Çirkin kız kardeş sayılan ekşi, daha karmaşık yapıdaki kardeşi acı kadar sevimsiz değildir ve mutfakta daha önemli bir rolü vardır. Ekşi, limonlarda veya olgunlaşmamış meyvelerde bulunan sitrik asit gibi çok güçlü olmayan asitlerin veya sirkenin içinde bulunan asetik asidin verdiği tattır. Olgunlaşmamış meyvenin ekşiliği, içinde barındırdığı

tohumlar belirli bir olgunluğa erişip dünyaya yayılmaya hazır hale gelmeden hayvanlar tarafından koparılmasını engeller. Sirke de biyolojik bir caydırıcıdır ama farklı kaynaklardan elde edilir.

Dalından düşen meyvenin veya memeden akan sütün tüketilmeyen kısmı mayaların ve bakterilerin artakalan bu maddelerle ziyafet çekmeleri sonucunda fermente olur. Fermantasyon, mikropların şekerleri oksijensiz ortamda tüketerek (mayalar söz konusu olduğunda) alkol veya (laktik asit bakterileri söz konusu olduğunda) laktik asit gibi atık ürünlere dönüştürdükleri bir süreçtir. Alkol ve laktik asit yalnızca mikrobiyal atık ürünler değil, aynı zamanda diğer mayaların ve bakterilerin büyümesini kontrol altında tutan ve onları mikropların besin kaynakları için rekabet etmekten alıkoyan savaşın silahlarıdır. Turşu kurduğumuzda aynı şekilde yiyeceklerimizi koruma altına almak için fermantasyonu kullanmış oluruz. Evinde bira mayalayanların veya şarap yapanların bileceği üzere, fermantasyon işleminin başarıya ulaşması için fermente edilen maddelerin havayla temas etmemesi son derece önemlidir. Alkolün, fermantasyonu esnasında hava alması, ortamda asetobakterlerin çoğalmasına

ve alkolü asetik aside (sirke) dönüştürmesine neden olur.

Asit molekülleri çok farklı şekillerde ve boyutlarda olabilir ama hepsinin çözeltilerin içindeyken kimyasal ortama hidrojen iyonları eklemek gibi ortak bir özelliği vardır. Hidrojen iyonları (H^+) tat algılarını tetiklemek için tatlı, umami veya acı molekülleri gibi karmaşık kilitli anahtarlı reseptörlere ihtiyaç duymaz. Bunun yerine hücre zarlarının üzerindeki kanallardan içeri girerek uygun tat hücrelerini uyarırlar.

Yüksek asit konsantrasyonları hücrelere zarar verebilir ve muhtemelen bu nedenle çok ekşi bir tat gibi algılanırlar. Ancak hafif bir ekşilik, özellikle de tuzlu veya tatlıyla karıştırıldığında yiyeceklere hoş bir keskinlik katar; İspanya'nın Endülüs bölgesine has şarap sirkesinden yapılan soğuk gazpacho çorbasında veya fermente edilmiş pirinçten yapılan bir sirkeyle hazırlanan, Çin'in Siçuan bölgesine özgü acı ve ekşi çorbada olduğu gibi. Sitrik asidin keskinliği olmadan meyve suları da bayıcı şekilde tatlı olur ve ferahlatıcı özelliklerini yitirirdi.

Tuhaf bir şekilde, yaşları beşle dokuz arasında değişen çocuklar ekşi yiyeceklere bebeklerden ve

yetişkinlerden farklı tepkiler verir.²⁶ Charles Darwin kendi çocuklarının yetişkinlerin damak tadına hitap etmeyecek kadar ekşi olan ravent gibi bitkileri ve beктаşıüzümü gibi meyveleri tüketmeye bayıldıklarını fark ettiğinde bunu tespit etmiştir. Şekerleme üreticileri aynı hadiseyi kendi çıkarları doğrultusunda kullanarak bu yaş grubuna yönelik çok ekşi ürünler çıkarır. Bunun üzerine yapılan bir açıklamada çocukların bu tercihlerinin onları C vitamini içeren meyveler tüketmeye teşvik ettiği öne sürülür, ancak bu hipotez bu eğilimlerinin ileri yaşlarda neden kaybolduğunu izah etmez. Ortaya atılan başka bir hipoteze göreyse ekşi yiyeceklerin tercih edilmesi tek başına herhangi bir avantaj sağlamaz; bu yalnızca gelecekteki beslenme alışkanlıklarının yerleşmeye başladığı o yaşlarda çocukların yeni tatlar denemeyi arzuladığını gösteren bir örnektir. Bu hipotez ekşi tatları tercih eden çocukların daha az yemek seçtiğini ve yeni tatlar denemeye daha açık olduğunu ortaya koyan bir araştırma tarafından da desteklenir. Bunun çocuklara evrim açısından herhangi bir avantaj sağlayıp sağlamadığını söylemekse kolay değildir.

“Zevkler ve renkler tartışılmaz” dediğimizde -

ister salamura hamsi balığının tadını ister pembe rengi ister doğaçlama caz müziği dinlemeyi sevmekten bahsediyor olalım- insanların farklı şeylerden hoşlanabi-leceklerini ifade etmeye çalışırız. Görünüşe bakılırsa bu söz tat alma duyumuza uyarlandığında basit bir eğretilenmenin ötesine geçer çünkü tat alabilme yetisi insanların genetik yapılarında görülen farklılıklardan etkilenir. İnsanların sahip olduğu iki umami reseptörünün genetik yapısı, görünürde kişiden kişiye çok az farklılık gösterse de *T1R2* geninin diziliminin farklı popülasyonlar arasında değişim göstermesi bu genin farklı şekerli maddeleri algılayacak şekilde adapte olduğu izlenimini uyandırır. Ancak tüm *T1R* genlerinde gözlemlenen genetik varyasyon, farklı bireylerin acı maddelerin tatlarını nasıl algıladıklarını belirleyen genlerde gözlemlenen genetik varyasyonla kıyaslandığında oldukça düşüktür.²⁷

Bunun bilinen en iyi örneklerinden biri feniltiyokarbamid veya kısaca PTC adı verilen bir kimyasal maddenin tadının farklı insanlar tarafından nasıl farklı olarak algılandığıdır. Bu madde bazı insanlar için çok acıyken bazıları içinse neredeyse tatsızdır. Bu varyasyon 1931'de tesadüfen keşfedilmiştir ve

bundan kısa süre sonra da PTC maddesini “tadabilen” veya “tadamayan” bir birey olma özelliğinin ebeveynlerden çocuklara geçtiği anlaşılmıştır. Yakın zamanda yapılan araştırmalar bu genetik varyasyonun *TAS2R* genlerinden yalnızca birinde, iki farklı biçime veya “alel”e sahip *TAS2R38* geninde meydana gelen değişikliklerden kaynaklandığını ortaya koymuştur.

Evrım açısından ilginç soru *TAS2R38* genindeki bu varyasyonun niçin var olduğudur. PTC polimorfizmine ilişkin iki önemli gerçek, evrimin *TAS2R38* genindeki varyasyonları bir sebepten ötürü koruduğuna işaret eder. Bunların ilki dünya genelinde, insanların yüzde 45’inin PTC maddesinin tadını algılayamamasıdır. Bu maddenin tadını alabilenler, tadını alamayanlardan daha avantajlıysa ya da tam tersi söz konusuysa, bu orantının beklenmedik şekilde yüksek olduğu söylenebilir. O halde bir şeyler bu varyasyonu dengede tutuyor olabilir mi? Modern evrim biyolojisinin kurucularından üçünün - Ronald Fisher, E. B. Ford ve Julian Huxley- 1939’da Edinburgh’da düzenlenen Uluslararası Genetik Bilimi Konferansı esnasında yaptıkları tuhaf bir keşif bu fikri destekler.

Fisher, Ford ve Huxley, Edinburgh Hayvanat Bahçesi'ni ziyaret ederek şempanzelerin PTC'nin tadına baktıktan sonraki tepkilerinin polimorfik (değişken) olup olmadığını kontrol etmeyi düşünürler.²⁸ Şaşırtıcı şekilde şempanzelerin tepkisinin de değişken olduğunu keşfederler. Bu iki şekilde yorumlanabilir. Eğer insanların ve şempanzelerin ortak ataları *TAS2R38* geni için polimorfikse ve söz konusu polimorfizm her iki türe de atalarının popülasyonundan miras kaldıysa bu durum, bu varyasyonun 6 milyon yılı aşkın bir süredir var olduğu anlamına gelir. Alternatif olarak, polimorfizm her iki türde de birbirinden bağımsız ortaya çıkmış olabilir. Bu durumda iki tür arasında yakınsak evrim gerçekleştiği ve yüksek ihtimalle de iki türün benzer seçim baskılarına maruz kaldığı söylenebilir. Bu kitabın yazıldığı sırada hangi olasılığın doğru olduğu belirsizliğini korumaktadır ancak bu durumdan çıkan sonucu, yani doğal seçilimin bu gendeki varyasyona bir sebepten ötürü önem verdiğini görmezden gelmek kolay değildir. Peki ama bu sebep ne olabilir?

İki alelin genetik kodlarındaki farklılıklarda bu konuyu açıklığa kavuşturmamıza yardımcı

olabilecek bir ipucu yatar. Diğer türlerin tat alma genlerinde de gördüğümüz üzere, mutasyonlar genlerin genetik kodlarını değiştirebilir ve bu genler bireylere herhangi bir avantaj sağlama işlevini kaybettiğinde onları etkisiz kılabilir. Kediler bu yüzden şekerin tadını alma kabiliyetlerini yitirmiştir, vampir yarasalar umami tadını alamazlar ve bu işlevleri yerine getiren genlerinden geriye yalnızca işlevsel oldukları dönemlerdeki hallerinin hayaletleri kalmıştır. Ancak *TAS2R38* geninin tat alamayan alelinin başına gelenler biraz daha farklıdır. Hayalet genlerde mutasyonlara bağlı olarak meydana gelen tipik değişiklikler bu gende mevcut değildir ve gen hâlâ işlevselliğini korumaktadır; sadece, PTC maddesinin tadını alabilme özelliğine sahip versiyonunun yaptığı şeyi yapamaz. Görünüşe göre hâlâ bir acı reseptörü üretir ancak sözkonusu reseptörün kilidi PTC maddesiyle açılmaz. Evrim kilitleri değiştirmiştir.

İnsanlarda acı tatların algılanmasını sağlayan 25 *TAS2R* geni bulunur ve çoğu zaman ürettikleri reseptörlerin, çok sayıdaki acı bileşiğinin hangileriyle eşleştiğini bilmeyiz. Bu yüzden *TAS2R38* geni sözkonusu olduğunda hikâyenin yalnızca yarısını

bilmek sürpriz değildir. *TAS2R* genlerinin 25'i de birden fazla alele sahiptir ve belirli bir oranda polimorfiktir, ama bu genlerin hiçbirinin polimorfizm özelliği *TAS2R38* geni gibi dünya çapında ve bu kadar eşit bir dağılım göstermez.²⁹ Bize acı gelen birçok bitkisel bileşik tıbbi değere sahiptir. Örneğin kinin sıtma ilacı olarak kullanılır. Salatalıkta ve kabak gibi bazı akrabalarında bulunan acı kimyasalların -evcilleştirme sürecinde çoğunlukla yok edilmiş olan bu kimyasallara kuraklık baskısına maruz kalan bazı türlerin meyvelerinde hâlâ rastlanabilir- kanser ilacı işlevi görmelerini sağlayan özelliklere sahip olduklarını gösteren bulgular vardır.³⁰ Dolayısıyla *TAS2R38* geninin PTC maddesinin tadının alınamamasını sağlayan aleli, taşıyıcılarının daha fazla yeşillik yemelerini sağlayarak onlar için koruyucu bir işlev görüyor olabilir. Bunlar hangi yeşilliklerdir ve taşıyıcılarının, PTC maddesinin tadını alabilmelerini sağlayan alternatif alelin dengeleyici avantajı nedir; bunlar cevapsız kalan sorulardır.

Size bu bölümde sunduğum çorbanın içinde et suyundan ziyade alfabe makarnası olduğunu itiraf ediyorum, ancak çorbaya tadını veren asıl şey makarnaların suda yüzüyor olmasıdır. Tat alma

duyusu, diğer tüm biyolojik süreçler gibi sıvı bir aracıya gereksinim duyar. Katı hal biyolojisi diye bir bilim dalı yoktur. Evrim soyumuzu çok uzun bir süre önce, iyiyi kötüden ayırt edebilmemize olanak tanıyan tat reseptörleriyle donatmış ve bu sinyallere uygun tepkiler vermemizi sağlayan bağlantıları oluşturmuştur. Umamiyi, tatlıyı ve acıyı algılayan tat reseptörlerimizi diğer hayvanların tat reseptörleriyle karşılaştırdığımızda, bizim de tıpkı onlar gibi kendimize özgü bir diyetle beslenmek için donatılmış olduğumuzu görürüz. Yağ da muhtemelen ana tatlardan biridir. Şüphesiz lezzetlidir. Tat reseptörlerimiz ağızımıza herhangi bir temel besin ögesi attığımızda beynimize çeşitli sinyaller gönderir: protein (umami), karbonhidrat (tatlı) ve lipid (yağ). Tat reseptörleri, elbette, evrimin bize sunduğu algılama ekipmanlarının yalnızca bir kısmını oluşturur. Masaya gelecek bir sonraki yiyeceğin ne olduğunu size koku alma duyunuz söyleyecektir.

6* BALIK

Lezzet

Balığın kokusu hafif olabileceği gibi duyu organlarımızı şiddetli bir saldırıya da maruz bırakabilir;

baştan çıkarıcı mı yoksa iştah kapatıcı mı olduğu neredeyse tamamen ne kadar taze olduğuna bağlıdır. Balıklar çok tazeyken neredeyse kokusuzdur ve kendi hücrelerinden salınan enzimler tarafından üretilen çoklu doymamış yağ asitlerinin verdiği otsu bir aromaya sahiptir. Balıklar diğer hayvanların etlerinin başarılı bir şekilde muhafaza edilmesini sağlayan (dondurucu olmayan) çok düşük sıcaklıklarda bile çürümeye başlar. Bunun nedeni derin deniz balıklarının zaten çok düşük sıcaklıklarda yaşaması ve enzimlerinin de yaşadıkları ortamın koşullarında çalışmaya adapte olmuş olmasıdır. Bu enzimler, biraz daha uzun bir süre boyunca çalışmalarına izin verildiğinde, umami tadına sahip dostlarımız glutamin ve inosin gibi, aminoasitler ve nükleik asitler salgılar. Japonların bunu engellemek için uyguladıkları yöntemlerden biri, bazı türlere ait taze balıkların filetolarının etrafına yosun sararak dolapta muhafaza etmektir. Dolapta bu şekilde birkaç gün boyunca bekletilen balık eti yosundan glutamat maddesini absorbe eder ve bu madde balığın içeriğindeki inosinatla birleşip umami tadını artırarak şaşimi olarak tüketilmeye hazır hale gelir.¹

Balıkları dondurmak çürümeyi engellemezse,

bakteriler de kısa sürede ziyafete katılır ve faaliyetleri kötü kokulu moleküllerin giderek daha da artmasına yol açarak taze balığa sırasıyla yavan, tatlı, bozulmuş ve nihayet iğrenç bir aroma verir. Benjamin Franklin'e göre, "Balıklar ve misafirler üç gün içinde kokar". Balık kokusu TMA (trimetilamin) adı verilen ve kokusuz olan TMAO'nun (trimetilamin oksit) ayrışmasıyla oluşan bir bileşikten kaynaklanır. Sonrasında, TMA da ayrışarak ağır balık kokusunun oluşmasına katkıda bulunan bir diğer bileşen olan amonyağın salınmasına neden olur. TMAO, sodyum glutamatın balıklarda gördüğü işlevin aynısını yosunlarda yerine getirerek balıkların hücreleriyle tuzlu deniz suyu arasındaki osmotik basıncı dengede tutar ve bu denge sağlanmadığı takdirde hücrelerde görülebilecek su kaybını engeller.

Beş ana tat -tatlı, acı, ekşi, tuzlu ve umami- balıkların değişken lezzetini herhangi bir safhada tam anlamıyla tarif etmek için yetersiz kalır. Bunun nedeni lezzet almanın, beş ana tadı -koku alma, dokunma (ağızdaki his), görme ve işitme- duyularımızla ve ayrıca hafızamızla birleştirerek bize sonsuz olasılık sunan çok algılı bir deneyim olmasıdır. Ağızın içinde yer alan ve canımızın yandığını

hissetmemize neden olan reseptörler² bile biberlerin keskin acısını algılamamızı sağlayarak yiyeceklerin lezzetini almamıza katkıda bulunur.

18. yüzyılda yaşamış Fransız kimyager ve rahip Pere Polycarpe Ponce-let³ tat ve koku alma duyularımız arasında bütünleyici bir ilişki olduğunu kavrayan ilk biliminsanlarından biridir. Tatlarla müzikal armoniler arasında benzetme yaparak farklı tatları notalarla temsil edip, birbirlerini nasıl tamamladıklarını nota kağıdı üzerinde göstermiştir. Kokular yiyeceklerin lezzetlerini algılayabilmemiz için son derece önemlidir ve bu duyumuzun nezle olduğumuzda, burnumuz tıkanığında veya burnumuzu parmaklarımızla kapattığımızda etkisiz kalmasıyla, her gün tecrübe ettiğimiz renkli ve lezzet dolu deneyimlerle kıyaslandığında neredeyse tamamen tatsız, tekdüze ve monoton bir dünyaya adım atarız. Ancak koku alma duyusu insan duyularının Külkedisi'dir ve 2 bin yıldan uzun bir süre önce, "Koku alma duyumuz diğer tüm canlıların koku alma duyularından ve sahip olduğumuz diğer duyuların hepsinden daha az gelişmiştir,"⁴ satırlarını kaleme alan Aristoteles'in yaşadığı dönemden bu yana, hak ettiği takdiri çoğu insandan görmemiş ve iftiraya

uğramıştır.

Bloodhound köpeklerinin, sahiplerinin hiç duymadığı kokuları takip edebildikleri kesinlikle doğrudur. Peki ama koku alma duyumuz diğer tüm canlılarınkinden daha mı az gelişmiştir? Taşı gedğine koymak üzere mübalağa etmesi için Aristoteles'e müsaade etmek bir yana, iddiasının kısmen de olsa doğru olma ihtimali var mı? Kokuların rolü yiyeceklerin tatlarını alabilmemiz açısından bu kadar önemliyse ve kokular böylesine

zengin bir damar duyarlılığına erişim sağlamamıza olanak tanıyorsa, koku alma duyumuz gerçekten de bu kadar zayıf olabilir mi? Evrim bizi, köpeklerin ve farelerin yaklaşık 95 milyon yıl önce yaşamış ortak memeli atalarımızdan miras aldığı ve doğuştan sahip olmamız gereken bu yetenekten mahrum mu bıraktı? Genlerimiz tüm bunlar hakkında ne söyleyecek?

Koku alma duyumuz, tıpkı tat alma duyumuz gibi kimyasal bir algılama sistemidir ve acı, tatlı ve umami tadına sahip moleküllerin algılanmasında rol oynayan mekanizmalarla benzer şekilde çalışır. Kokular tıpkı diğer duyularımız gibi burnumuzun içinde yer alan milyonlarca koku reseptörüne sinir

yollarıyla bağı beyinlerimizde algılanır. Burundaki her bir koku reseptör hücresinin dış yüzeyinde, tıpkı dilimizin üzerinde yer alan ve acı tatları algılamamızı sağlayan reseptörler gibi, koku reseptörü (KR) olarak adlandırılan ve sınırlı sayıda molekül tarafından tetiklenebilen proteinler yer alır. Farklı reseptör proteinleri farklı genler tarafından üretilir.⁵ Bunun haricinde tat ve koku alma duyularımızın işleyişine ilişkin bazı önemli farklılıklar da vardır.

Acı tatları algılamamızı sağlayan yaklaşık 35 farklı reseptöre ve bir o kadar gene sahip olmamıza rağmen, bu rakamın on katından fazla farklı koku reseptörüne sahibiz. Buna ek olarak, her biri farklı bir KR proteini üreten yaklaşık 400 farklı genimiz de var. Ancak, acı tatları algılayan reseptörlerle koku reseptörleri arasında daha da önemli başka bir fark var. Acı tatları algılamamızı sağlayan yaklaşık 35 farklı reseptöre sahip olmamıza rağmen, birçok farklı kimyasal bu reseptörleri tetiklediğinde aynı tadı -acı- alırız çünkü acı tatları algılayan tüm reseptörler beynimize “aarrghhh” mesajını gönderen tek bir hat üzerinden bağlanır. Koku reseptör hücreleri beyne bu şekilde bağı değildir. Bunun yerine, 400

farklı koku reseptör hücresi türünün her biri beyne kendi farklı hattı aracılığıyla bağlıdır. Bu, bir yangın istasyonunun, 35 farklı telefon hattından, her biri “İmdat! Yangın var!” mesajını ileten 35 adet çağrı almasıyla, 400 arkadaşınızla her biri kendileri kadar farklı mesajlar içeren 400 telefon görüşmesi yapmanız arasındaki farka benzetilebilir. Evrim açısından bakıldığında, alarm sisteminin tek bir hat üzerinden çalışması ve yiyeceklerle sekse ilişkin, çok daha zor duyulan ve çok daha çeşitli kokuların algılanması için daha bilgilendirici bir sistemin kullanılması son derece mantıklıdır.

O halde, Aristoteles insanlarda koku alma duyusunun diğer duyulardan daha az gelişmiş olduğu ve koku almak konusunda en başarısız tür olduğumuz iddiasını ileri sürerken büyük bir hata mı yapmıştır? Bu sorunun cevabı oldukça ilginçtir ve ilk bakışta görüldüğünden biraz daha karmaşıktır. Diğer memelilerin sahip olduğu KR genlerinin sayısıyla kendimizinkileri karşılaştırdığımızda, Aristoteles’in doğru bir iddiada bulunduğu söylenebilir. Örneğin Afrika filleri, şaşırtıcı bir şekilde 2000 işlevsel KR genine sahiptir ve bu durumda Afrika filleri dünya üzerindeki, koku alma duyuları en gelişmiş

hayvanlar olmalıdır.⁶ Şarap tatma yeteneğiyle gurur duyan bir arkadaşınıza bir fil gibi koku aldığını söylemeyi ve buna nasıl tepki verdiğini görmeyi deneyin. Bu bir iltifat olarak kabul edilmelidir.

İnsan genomunun tamamında yalnızca yaklaşık 25 bin genin var olduğunu ve diğer memelilerin genomlarında da benzer sayıda gen bulunduğunu dikkate aldığımızda, 2000 veya sıçanlar ve fareler gibi bu sayının yarısı kadar KR genine sahip olmak, hatta insanlar gibi yalnızca 400 KR genine sahip olmak bile evrimin, koku duyusuna ne kadar önem verdiğini gösterir. Peki ama biz insanlar niçin diğer memelilere oranla çok daha az sayıda KR genine sahibiz? Acaba bunun nedeni nispeten daha fazla KR geni bahşedilmiş türlerin evrimleşme süreçleri boyunca bizden daha fazla gen edinmiş olmaları mı, yoksa bizim memelilerin ortak atasından evrimleşirken işlevsel KR genlerimizin bir kısmını kaybetmiş olmamız mıdır? Bu sorunun cevabı her iki yöne doğru da bol miktarda evrimsel değişiklik geçirilmiş olmasıdır.⁷ Biz kestirmeden giderken filler uzun yolu izlemiştir.

Diğer primatlar da insanlar gibi nispeten az sayıda KR genine sahiptir; şempanzeler bizimle aşağı

yukarı aynı miktarda KR genine sahipken orangutanların sahip oldukları KR genlerinin sayısı 300'den azdır. Koku alma yeteneğiyle övünen arkadaşınız bir fil gibi koku aldığı fikrinden hoşlanmazsa, en azından bir orangutandan daha iyi koku aldığını öğrenmek onu biraz teselli edebilir. Primatların KR genlerinin sayısında gözlemlenen azalmanın evrim tarihimizde gerçekleşmiş büyük kayıpları temsil ettiğinden emin olabilirsiniz, zira primat genomları işlevsel genler kadar çok pseudogen içermektedir. Başka bir ifadeyle, uzun zaman önce yaşamış atalarımız bizim şimdi sahip olduğumuzdan çok daha fazla KR genine sahipti.

Pseudogenler bir zamanlar işlevsel olan genlerin kalıntılarıdır ve tıpkı otobanların kenarında duran hurdaya dönmüş, paslı araçlar gibi artık kullanılamaz hale gelerek atıl vaziyette dururlar. Primatların sahip oldukları KR genlerinin sayısının zaman geçtikçe giderek daha da azalmasına karşın Afrika fillelerinin aynı gen sınıfında görülen artışın doğal seçim tarafından desteklendiği bir memeli grubuna mensup olması gerçekten de ilginç bir durumdur. Kaybolan KR genlerimizin bu genlere hâlâ sahip hayvanlarda ne gibi işlevleri olduğunu tam

olarak bilmesek de bu hayvanlara bizim sahip olmadığımız birtakım koku alma becerileri kazandırdığını biliyoruz. Örneğin fareler karbondioksit gazının kokusunu alabilir. Bu yüzden, sodada farelerin algılayabildiği, ama bizim algılayamadığımız bir tat olmalıdır. Türler arasındaki bu farklılıkların nedeni bilim çevreleri açısından henüz çözülememiş olsa da bunlar yüksek ihtimalle türlerin farklı yiyecekleri tüketerek beslenmesinden kaynaklanır. Primatların evrimleşme sürecinde neler yaşanmış olabileceğine dair çeşitli tahminler yürütebiliriz.

Doğal seçim, işlevlerini düzgün bir şekilde yerine getiren genleri enkaza dönüştürebilecek her türlü mutasyonu ayıklayıp ortadan kaldırır; tabii bunu, bu genler taşıyıcılarının yavrulamasına doğrudan veya dolaylı katkıda bulunan bir işlev gördüğü sürece yapar. Bu da KR genlerimizin nasıl çalıştığını incelersek, bu genlerin işlevselliklerini nasıl kaybettiğine veya başka bir ifadeyle, aslında kaç tane KR genine ihtiyaç duyduğumuza dair makul bir ipucu elde edebileceğimize işaret eder. İşler tam da bu noktada yemek sevdalıları için oldukça ilginç bir hal alır. Burun boşluğunun içindeki ufak bir zar parçasının üzerinde yer alan KR hücreleri, yalnızca

iki yönden gelebilecek kokulara maruz kalmaktadır: burun delikleri aracılığıyla dışarıdan gelen kokulara veya geniz yolunu boğazımızın arkasına bağlayan boşluktan geçerek ağızımızın içinden gelen kokulara. İlkine ortonazal yol adı verilir ve nefes aldığımızda veya herhangi bir şeyi kokladığımızda bu yönden gelen kokuları algılarız. İkincisine retronazal yol adı verilir ve bu yönden gelen kokuları nefes verdiğimizde algılarız. Yiyeceklerimizi çiğnerken salınan uçucu bileşikler retronazal yol üzerinden taşınarak burnumuzdaki KR hücreleri boyunca ilerler. Koku bileşeni lezzetlerin oluşmasına bu safhada katkıda bulunur.

Ortonazal ve retronazal kokular farklı işlevlere sahiptir. Ortonazal kokular dış dünyadan numuneler alarak bize dışarıda neler olduğunu söyler. Retronazal kokularsa ağızımızın içindeki ortamdan ve yiyip içtiklerimizden numuneler alır. Retronazal kokular burunda algılansa da zihnimizin bize oynadığı bir oyun, onları ağızımızda farklı lezzetler olarak tecrübe etmemizi sağlar. Koku duyumuzu küçümsememizin ana nedeni de budur. Retronazal kokuları, koku alma duyusu yerine, bilinçsizce tatlarla ilişkilendiririz.

Primatların, arka ayakları üzerinde yürümeye ve tehlike uyarılarını almak için koku duyularından ziyade görme duyularına güvenmeye başladıktan sonra KR genlerini kaybetmeye başladıkları ileri sürülmüştür. Bu durum ortonazal kokuların önemini azaltmış ve retronazal kokuları nispeten daha önemli kılmıştır. O halde sormamız gereken soru şudur: 400 KR geni besleyici yiyecekleri zararlı yiyeceklerden ayırt edebilme yeteneğine sahip olmamız için yeterli midir?

Bu soruya “evet” cevabını verebileceğimizden emin olabilirsiniz çünkü beyinlerimiz 400 farklı koku reseptörü hücresinden elde ettiği bilgileri çok karmaşık bir şekilde işleme kapasitesine sahiptir. Beynin kendisine yalnızca bir tür sinyal gönderebilen 400 farklı bağlantı yoluyla yapabileceği en basit işlem 400 farklı tat arasında ayırım yapmaktır, ama beyin bundan çok çok daha akıllıdır. Gerçekte birçok molekül birden fazla KR hücresi türünü tetikler ve KR hücrelerinin çoğu da birden fazla molekül türüne tepki verir. Bu yüzden beyin 400 bağlantı yolu üzerinden bir seferde tek bir sinyal almaz. Bunun yerine beyne her zaman sözkonusu bağlantı yolları üzerinden birden fazla sinyalin kombinasyonu

iletilir ve bu spesifik kombinasyonlar beyne burnun içinde hangi maddelerin bulunduğunu bildirir.

Bazı KR hücreleri aynı molekülün düşük konsantrasyonlarına tepki verirken bazılarıysa yüksek konsantrasyonlarına tepki verir. Dolayısıyla ortamda var olan moleküllerin miktarına bağlı olarak KR hücrelerinin farklı bir kombinasyonu uyarılabilir ve bunun sonucunda da beyin bu moleküllere çok farklı tepkiler verebilir. Buna verilebilecek en iyi örneklerden biri, yasemin ve portakal çiçekleri tarafından üretilen eteri yağlarında ve ayrıca memelilerin dışkılarında bulunan skatol molekülleridir. Çiçekler tarafından üretilen skatolün düşük konsantrasyonlu molekülleri hoş ve güzel bir koku olarak algılanırken aynı molekülün dışkılarından yayılan yüksek konsantrasyonlu hali son derece kötü bir koku olarak algılanır.

Renkleri nasıl algıladığımız, beynimizin az sayıda duyu girdisini farklı kombinasyonlar oluşturacak şekilde bir araya getirerek neler yapabileceğinin mükemmel bir örneğidir. Renkler gözlerin retina tabakasında yalnızca üç çeşit reseptör hücresi tarafından algılanır. Bu hücrelerin bir çeşidi kırmızı, diğeri mavi, bir diğeri de yeşil renge tepki verir. Yalnızca

bu üç hücre türünden elde edilen girdileri farklı kombinasyonlar oluşturacak şekilde birleştiren beyin, tamamen kendi icadı olan ve gökkuşağı spektrumunda bulunmayan magenta gibileri de dahil milyonlarca renk görür.

Dolayısıyla Aristoteles koku duyumuz hakkında ileri sürdüğü iddialarda hem haklı hem de haksızdı. Yaşadığımız ortamdaki tehlikeleri ve fırsatları koku duyumuzla algılamakta diğer memeli türlerinin çoğundan daha az donanımlı olduğumuz konusunda haklıydı, ancak diğer her konuda haksızdı. Büyük beyinlerimiz sayesinde eskisine oranla kısıtlanmış ve yalnızca 400 çeşit reseptör hücresinden oluşan repertuvarımızla bir trilyondan fazla kokuyu algılayabiliyoruz.⁸ Bu da koku alma yetimizin renkli görme yetimizden çok daha hassas olduğu anlamına geliyor.

Bu sayılanlara KR hücrelerinin üzerinde yer alan ve beş (veya altı) ana tadı algılayan reseptörler tarafından beyne gönderilen çok sayıda sinyalin, ayrıca sert bir elmayı veya gevrek bir patates cipsini ısırdığımızda ağızımızda algılanan dokunma hissi ve çıkan farklı sesler gibi muhtelif duyulara dair girdilerin eklenmesi, ayrıca bu girdilerin hayal edilebilecek her

türlü kombinasyonu oluşturulabilmesi, sınırsız çeşitlilikte tadı algılayabilmemize olanak tanır.⁹ Koku alma duyumuz, Aristoteles'in iddia ettiği gibi en zayıf duyumuz değil, aslında en gelişmiş duyumuzdur. Ne yazık ki biz de tıpkı Aristoteles gibi kendi koku alma yeteneğimizin ne kadar gelişmiş olduğunun farkında değiliz çünkü koku alma duyumuzu çoğunlukla retronazal yol üzerinden gelen kokuları algılamak için kullanıyoruz ve bu durum lezzetin tamamen ağızda algılandığını sanmamıza yol açan be-densel bir yanılsamayla gizleniyor.¹⁰

Görünüşe bakılırsa evrim KR genleriyle oynamaktan hoşlanıyor. Bu genler ve onlarla ilişkili olduğunu varsaymamız gereken kokular ve tatlar yalnızca farklı türler arasında çeşitlilik göstermekle kalmaz, aynı türe mensup farklı bireyler arasında da bir hayli değişiklik gösterir. İnsan genomunun diziliminin 2000 yılında çözülmesi, kendi türümüz hakkında edindiğimiz giderek artan bilgiler arasında bilimsel bir dönüm noktasını temsil eder. Rekabet halindeki iki bilimsel ekip, insan genomunun ilk taslağını tamamlamak için kıyasıya yarışmıştır; bunlardan biri kamusal destek alırken Craig Venter önderliğinde faaliyet gösteren diğer ekip, girişimci

sermayesiyle finanse edilmiştir. Aradan birkaç yıl geçtikten sonra Venter, ekibinin insan genomunun dizilimini çıkarmadığını, bunun yerine bir insanın, işin aslı kendisinin genom dizilimini çıkardığını açıklamıştır. İnsan genomundan bahsederken sanki tek bir genomdan bahsediyormuş gibi konuşuruz, ama aslında her birimiz bu genomun farklı bir kopyasına sahibizdir ve her kopya, özellikle de KR genleri açısından, birbirinden bir dereceye kadar farklıdır.

1000 kişinin genomlarındaki yaklaşık 400 KR geni arasında bir karşılaştırma yapıldığında, bu numunenin içindeki her genin ortalama en az 10 farklı versiyonu (aleli) olduğu görülmüştür. Her insan aynı genin, biri annesinden, diğeri babasından miras kalan iki kopyasına sahiptir ve insanların KR genlerinin ortalama yarısının iki farklı alele sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun anlamı her birimiz yalnızca 400 KR genine sahip olmamıza rağmen, kendi kişisel KR repertuarımızın bunun yarısı kadar daha fazla genetik çeşitliliğe veya 600 alele sahip olduğudur.¹¹ Bu alellerin her biri bir KR hücresinde kendine özgü koku reseptörü proteinini üretmek için kullanılır.¹² Dolayısıyla 600 alelin her biri

burunlarımızın içinde ayrı ayrı hünerlerini sergiler.

Farklı kokulardan ve lezzetlerden hoşlanmak kişisel deneyimlerden ve yemek kültüründen büyük oranda etkilenen bireysel tercihlerdir ancak KR genlerinin kişiden kişiye farklılık göstermesi de bu tercihleri etkiler. Bazı insanlar Orta Doğu, Asya ve diğer birçok bölgenin mutfaklarında sıklıkla kullanılan kişnişin tadını sabuna benzetir. Yabani otların mutfaktaki kullanım alanları ve şifalı özellikleri hakkında oldukça eski ve popüler bir kitabı kaleme alan John Gerard (takriben 1545-1612), kişnişin, “ ok kötü kokulu bir yabani ot” olduğunu ve yapraklarının, “zehirli” olduğunu yazmıştır. Yaklaşık 12 bin kişi üzerinde yapılan bir araştırmada katılımcılara kişniş otunu sevip sevmedikleri sorulmuş ve kişnişin sevilmemesinin, az da olsa, belirli bir KR geninde meydana gelen mutasyonla ilişkili olduğu g r lm ştir.¹³

Ağır kokuların yokluğunda, balığın tadı, özellikle de neredeyse tamamen kastan oluşan balık etinin dokusu ve yağ içeriği gibi diğer

 zelliklerinden yoğun bir şekilde etkilenir. Balık etinin dokusu ve yağ içeriği evrimin, kaslarını farklı yaşam tarzlarına nasıl adapte ettiğine bağlı olarak

türden türe farklılık gösterir.¹⁴ Beklendiği üzere, tüm balıkların yaşam tarzlarının oluşmasında belirleyici rol oynayan en önemli faktör içinde yaşadıkları ortamın -suyun- özellikleridir.

Tipik bir balığı yüzerken izlerseniz, özellikle de yukarıdan baktığınızda, suda ilerlemek için vücudunu dalgalandırdığını görürsünüz. Bu hareket vücudunun her iki yanındaki kasları sırayla hareket ettirmesi sonucunda oluşur. Balıklar hidrodinamik vücut şekilleri sayesinde suyun içinde yavaş ve istikrarlı ilerlemek için çok az miktarda enerji harcarlar. Suyun içinde böyle seyretmek için, miyogloblin adı verilen kırmızı bir pigment içeren ve alyuvarlardaki hemoglobine benzeyen kaslarını kullanırlar. Miyogloblin, aralıksız yüzmek için ihtiyaç duydukları oksijeni depolar ve kullanılan yakıt vücutlarında yağ olarak depolanır. Ringa balığı, uskumru ve sardalya, yağlı ve etleri koyu renkli balıklara verilebilecek bilindik örneklerdir. Tombul bir ringa balığının kasları yüzde 20'ye varan oranda yağ içerebilir.

Balıkların suyun içinde sabit bir hızda yüzmeleri için neredeyse hiç çaba sarf etmeleri gerekmesede, yaşadıkları ortam ani hızlanmalara karşı son derece dirençlidir. Bunu kendiniz de bir küvetin veya

havuzun içinde test edebilirsiniz. Avucunuzu açıp elinizi suyun içinde yavaşça hareket ettirmeniz, ani ve hızlı bir şekilde hareket ettirmenizden çok daha kolaydır. Ani hareketler elinizi geriye doğru iten suda bir duvar oluşmasına neden olur. Ani hızlanma kabiliyeti bir avcının dişlerinden kaçmaya çalışan bir balık için ölüm kalım meselesi olabilir. Avcı için de karnını doyurmak veya aç kalmak arasındaki farktır. Dolayısıyla balıklar gerektiğinde aniden hızlanabilmeyi sağlayacak kuvveti sarf edebilmek için, acilen harekete geçirebilecekleri bol miktarda kas gücüne ihtiyaç duyarlar. Morina balıklarının ve diğer büyük avcı balıkların ihtiyaç duydukları kas gücü vücutlarında bol miktarda bulunan beyaz kaslar tarafından sağlanır. Morina balıklarının kaslarının yağ oranı yüzde 0,5 seviyesine kadar düşebilir ve kaslarında miyogloblin pigmenti bulunmaz. Binlerce kilometre uzağa göç eden büyük avcılardan biri olan orkinos balıklarının eti, hem beyaz hem de kırmızı kasların özelliklerini taşıyan pembe kaslardan oluşur.

Balıkların kas yapısı pişirilme şekli ve ağzımızda yarattığı his açısından önemlidir. Kara hayvanlarının kasları balıklarınkinden farklı çalışır. Kara

hayvanları kaslarını, gövdelerini yerçekimi karşısında desteklemek için kullanmak zorundadır ve bu yüzden kasları, birer kaldıraç gibi faaliyet gösteren kemiklere direnen sıkıca bağlı bloklar halinde düzenlenmiştir. Kemikli balıklar gazla dolu yüzme keseleri sayesinde suyun kaldırma kuvvetini nötrleştirir, bu yüzden kaslarını yalnızca hareket etmek için kullanabilirler. Kurutulmadan pişirilen balık etinin ağızda dağılmasını ve hafif lezzetini salmasını sağlayan yapraksı dokusu, balıkların kaslarının suda yüzme için gereken kıvrılma hareketini yapmaya adapte olan üst üste binmiş katmanlar olarak şekillenmesinden ileri gelir.

Balık bozulmaya devam ettikçe giderek daha fazla kokmaya başlar ancak bu yenilemeyeceği anlamına gelmez. Norveç'te sevilerek tüketilen ve tuzlanan balıkların gömülerek aylarca fermente edilmesiyle üretilen *rakfisk* adında bir yiyecek bulunur. Bu yiyeceğin kokusu, bir hafta boyunca kirli futbol kıyafetlerinin altında bekletilmiş seçme peynirlerden oluşan bir karışımın kokusuna benzetilmiştir. Fermente edilmiş balıklardan üretilen soslar Vietnam ve Tayland mutfaklarında kullanılan önemli tatlandırıcılardır ve garum adı verilen benzer bir sos da

antik Roma mutfağında yemeklere tat katmak için düzenli olarak kullanılmıştır. Roma döneminden günümüze ulaşmayı başaran -yüksek ihtimalle yanlış olsa da bazı insanlar tarafından, MS I. yüzyılda yaşamış Marcus Gavius Apicius adındaki bir gurme tarafından kaleme alındığı düşünülen- en eski yemek kitabının dörtte üçünden fazlası garum kullanılarak pişirilen 465 tarif içermektedir.¹⁵

Romalıların garumu 2000 yıl önce nasıl ürettikleri ve kullandıkları, çeşitli belgelerden ve arkeolojik bulgulardan elde edilen bilgiler sayesinde anlaşılmıştır. O dönemde en kaliteli garum en değersiz malzemelerden, taze uskumruların kanı ve bağırsağından yapılmıştır. Balığa dörde bir oranında tuz katılmasıyla elde edilen harç, taştan küplerin içinde karıştırıldıktan sonra taş kapaklarla örtülüp balık artıklarından hızla çıkan sıvılar içinde beklemeye alınmıştır. Tuzun havasız ortamla birleşmesi bakterilerin ve mantarların üremesini engellediğinden, fermentasyon balıkların kendi hücrelerinden ortama salınan enzimler sayesinde gerçekleşmiştir. Yiyeceklerin normal şartlar altında ayrıştığı yer olan bağırsakların kullanılması, muhtemelen özellikle sindirim enzimleri açısından zengin bir karışım elde

edilmesine olanak tanımıştır. Hazırlanan karışım aylar boyunca güneşin altında fermente edildikten sonra küplerin içindeki tuzlu sıvı süzülerek yemeklerde kullanılmak üzere şişelenmiştir. Garum yüksek ihtimalle, tıpkı modern balık sosları gibi, umami tadı veren inosinat ve glutamat içerikleri açısından son derece zengin bir sostur. Görünüşe bakılırsa, üretim yerlerinden etrafa yayılan iğrenç kokular yüzünden, Romalı yazarlarla garum arasında bir tür sevgi-nefret ilişkisi oluşmuştur. Garum üretiminin bazı Roma kasabalarında yasaklanması üretimin bir süre sonra İspanya'nın Almunecar şehri gibi kıyı kentlerinde yoğunlaşmasına yol açmıştır ve bu bölgede Roma döneminde garum üretimi için kullanılmış taş küplere hâlâ rastlamak mümkündür. Balık sosu üretiminin antik dünyadaki büyük ölçekli tek üretim sektörü olduğu ileri sürülmüştür.¹⁶ Roma İmparatorluğu'nun dört bir yanında keşfedilen batık gemilerde garumun nakledilmesi için kullanılan amforalar bulunmuştur ve bu balık sosu Kuzey İngiltere'de yer alan Hadrian Duvarı'nın uç sınırına kadar ulaşmıştır. Garum da, günümüzde kullanılan popüler sosların çoğu gibi üreticilerini zengin etmiştir. Bunların arasında İtalya'nın makus talihli

Pompeii şehrinde yaşamış ve fırınlanmış kilden üretilen, markalı sos şişelerine binlerce kilometre uzakta, Fransa'nın güneyinde bile rastlanan, büyük garum üreticisi Aulus Umbricius Scaurus da vardır.¹⁷

Tazeyken en lezzetli olan deniz ürünleri, yüzgeçli balıklardan ziyade midyeler ve deniz tarakları gibi yumuşakçalarla yengeçler ve karideslerin de dahil olduğu kabuklu deniz hayvanlarıdır. Kabuklu deniz hayvanlarının bu kadar lezzetli olmasının nedenlerinden biri de bu hayvanların hücrelerinin, yüzgeçli balıklarda olduğu üzere, tuzlu suyun buruşturucu etkisine karşı koymak için TMAO değil, gliklin gibi serbest aminoasitler içermesidir. Bu aminoasitler kabuklu deniz hayvanlarında, yüzgeçli balıklar için TMAO'nun gördüğü fizyolojik işlevin aynısını görür, buna ek olarak umami reseptörlerimizi uyararak bu hayvanların çok lezzetli olmasını sağlarlar.

Tat reseptörleri ve çorbalar evrimin ve yemek pişirme sanatının, yaşamın temel ihtiyaçlarını nasıl karşıladıklarını gösterir. Koku reseptörleri ve balıklarsa bu ikisinin nasıl incelikler barındırdığını gösterir. Havada ne kokusu alıyorsunuz? Yoksa bu et

kokusu mu?

7* ET

Etoburluk

Et tüketimi evrimimizi şekillendirmiştir. İkinci bölümdeki aile şenliğinde, atalarımızın nasıl et yemeye başladıklarını ve hepçil olduklarını keşfettik. 3,3 milyon yıldan uzun bir süre önce, atamız Lucy'nin Etiyopya'daki anavatanında yaşayan biri kemiklerin üzerindeki etleri kazımak için taş aletler kullanmıştır. Bu kişi yüksek ihtimalle Lucy'nin de mensubu olduğu, insan cinsi *Homo'nun* atası olduğu düşünülen hominin familyasından gelen *Australopithecus afarensis* türüne mensuptu. Belli ki o da bizim gibi, bitkilerin yanı sıra et de yiyen bir hepçildi.

Et ve balık elimizin altındaki en zengin protein kaynaklarıdır, bize vücudumuzun ihtiyaç duyduğu ancak dokularımızın üretemediği tüm temel aminoasitleri sağlayabilirler. Et ayrıca dengeli beslenmek için gerek duyduğumuz ve yalnızca bitki yiyerek yeterli miktarlarda tüketmemizin çok zor olduğu diğer temel bileşenleri de içerir.¹ Bunların arasında demir, çinko, B12 vitamini ve beynin ve diğer

dokuların gelişimi için hayati önem taşıyan çoklu doymamış yağ asitleri sayılabilir. İyi seçilmiş vejetaryen bir diyetle sağlıklı yaşamamız elbette mümkündür, ancak hayvansal ürünlerden tamamen arındırılmış vegan bir diyetin insanın dengeli beslenmesi açısından yarattığı zorluk hepçil bir diyetle adapte olduğumuzu gösterir.

Etinden faydalanmak için yetiştirilen tüm hayvanlar, günümüzde kafeslerde, batarya kafeslerde ve kümeslerde endüstriyel ölçekte yetiştirilenlerin ataları da dahil olmak üzere, evcilleştirilmeden evvel vahşi doğada avlanmıştır.² Şimdi bu hayvanların evrimleşme hikâyelerini dinleme ve onları ne boyutta şekillendirdiğimizi öğrenme zamanı. Avcılıktan yetiştiriciliğe nasıl geçiş yaptığımız hakkında bilgi edinmemizi sağlayan tek bulgu taş aletler değil. Ayrıca içimizdeki bir kaynak da bu konuda bilgi sunuyor: tenyalar.

Yetişkin tenyalar hayvanların bağırsaklarında yaşar. Burada yaşam kolaydır; yiyecekler kapınıza teslim edilir ve yapmanız gereken tek şey gün boyu yan gelip yatarak yumurta üretmektir. Ancak bu yumurtaların bulaşabilecekleri yeni bir konak bulması, tüm parazitler için olduğu gibi tenyalar için de

büyük bir sorun oluşturur. Tenyalar bu engeli konaklarının besin zincirine karışarak, konakların yediği hayvanlara enfeksiyon bulaştırarak aşar. Üç tür tenya insanların bağırsaklarına bulaşabilir. Bunlardan biri (*Taenia saginata*) insanlara büyükbaş hayvanlardan ve diğer ikisi (*T. asiatica* ve *T. solium*) de domuzlardan bulaşır. Bu enfeksiyonları, büyükbaş hayvanların ve domuzların kaslarının içine saklanan larva aşamasındaki tenyaların barındığı etleri yediğimizde kaparız. Tenyalar yalnızca etoburlara bulaşabilir. Yalnızca tenya larvalarını yiyen etoburlar bu organizmaların yaşam döngüsünü tamamlayabilir.

Büyükbaş hayvanlar ve domuzlar evcilleştirilmiş olduklarından bu hayvanlardan kaptığımız tenya enfeksiyonlarının, yaklaşık 10-12 bin yıl önce, tarımın ortaya çıkmasıyla başladığı düşünülür. Ancak yapılan analizler sonucunda bu parazitlerle aramızdaki ilişkinin kökenlerinin binlerce yıl değil, milyonlarca yıl öncesine dayandığı keşfedilmiştir.³ *T. saginata* ve *T. asiatica* Afrika'da yaşayan aslanlarla antiloplara bulaşarak bu ikisi arasında geçiş yapan bir tenya türüyle ortak bir ataya sahiptir. Bu durum, insanlara bulaşan bu iki tenya türünün

atarlarından birinin, aslanlarla aynı hayvanları yemeye başlamalarından sonra atalarımıza da bulaştığına işaret eder. Aslanlarla antiloplar arasında başlayan tenya yaşam döngüsü yaklaşık 2-2,5 milyon yıl öncesinde insanlarla antiloplar arasında da bir tenya yaşam döngüsünün oluşmasına yol açmıştır ve bu durum atalarımızın bu tarihten önce düzenli olarak et yediğine işaret eder.

Tenyaların atalarımıza bulaşmasından bir süre sonra, belki de 1,7 milyon yıl öncesine kadar uzanan eski bir tarihte, taşıdığımız tek tenya türü *T. saginata* ve *T. asiatica* adında iki farklı türe ayrılmıştır. Bu bölünmenin, türleşme adı verilen bu olayın nasıl meydana geldiğini tam olarak bilmiyoruz ama iki tenya türünün bulaştığı konak organizmalar farklı olduğu için tenyanın yaşam döngüsünün büyükbaş hayvanlardan

ve domuzlardan geçen iki farklı döngüye ayrılması, yüksek ihtimalle tenyaların farklı konak organizmalara enfeksiyon bulaştırabilmeleri ve bu organizmaların içinde hayatta kalabilmeleri için farklı ortam şartlarına adapte olmalarına yol açmıştır, insanlara bulaşan tenyaların türleşmesine odaklanan evrim araştırmalarının sayısı arttıkça bu

olayın meydana geldiği zamanda insanların nasıl beslendiği konusunda daha fazla bilgi edinebiliriz. Örneğin eğer tenyaların türleşmesi *Homo erectus* döneminde gerçekleştiyse, bu atalarımız o dönemde hem yabandomuzlarını hem de antilopları yemeye başlayarak diyetlerini genişletmiş veya farklı *Homo erectus* popülasyonları farklı hayvanlar avlayıp sonradan tenyaları birbirlerine çapraz enfeksiyonla bulaştırmış olabilir.

Üçüncü türümüz, domuz tenyası *T. solium*, sırtlanlarda görülen bir bağırsak kurduyla ortak bir ataya sahiptir. *T. solium* türünün insanlara bulaşması da büyük olasılıkla eski veya insan öncesi atalarımızın Afrika Savanı'nda sırtlanlarla aynı av hayvanlarını yemeye başlamasıyla diğer tenya türlerinin bulaşmasına benzer şekilde gerçekleşmiştir. Domuz etinden bulaşan bir başka bağırsak paraziti, *Trichinella spiralis* de benzer bir yolla evrimleşerek homininlere bulaşma yeteneği kazanmıştır.⁴ Belki de atalarımızın tattıkları ilk et sırtlanlar veya aslanlar tarafından öldürülmüş bir avın etiydi ve kesici taş aletler veya ateş kullanan homininler eti onlardan çalmıştı. Nasıl başladıysa başlasın, et yememiz av hayvanlarıyla giderek daha da yakın bir ilişki

kurmamıza ve nihayetinde hayvan yetiştiriciliği yaparak büyükbaş hayvanlarla domuzları evcilleştir-memize yol açmıştır. Bize bulaşan üç tenya türüyle aramızdaki uzun ve evrime dayalı ilişki, bu parazit-lerin bize çiftliklerimizde yetiştirdiğimiz büyükbaş hayvanlardan ve domuzlardan bulaşmadığına, ak-sine bu parazitleri bu hayvanlara evcilleştirme süre-cinde bizim bulaştırdığımıza işaret eder.

Kendimizi tenya enfeksiyonlarına karşı iki şe-kilde savunabiliriz: domuzların ve büyükbaş hay-vanların tenya yumurtaları içeren insan dışkılarıyla temas kurdukları noktada tenyaların yaşam döngü-sünü kırarak, yani hijyenle ve enfeksiyona neden olan larvaları ısıyla yok ederek, yani etleri pişirerek. Eğer etinizi az pişmiş yemeyi seviyorsanız, sizi ten-yalardan ve *Trichinella*'d&n korumak için gereken hijyenik şartların besin zincirinde sağlanmış oldu-ğuna ve mezbahalarda yapılan denetimlere güveni-yorsunuz demektir.

Taenia solium'la. türümüz arasındaki uzun so-luklu ilişki, pişirilmeye karşı tolerans kazanacak şe-kilde evrimleşmiş olduğu anlaşılan bu parazit üze-rinde genetik bir iz bırakmıştır. Hücreler, kendi hücrelerimiz de dahil, kendilerine ani ısı artışlarına

karşı koruma sağlayan ısı şoku proteinleri içerir. *T. solium* genomunda ısı şoku proteinlerini kodlayan anormal derecede fazla gen bulunur. Bu durum *T. solium*'un vahşi hayvanlara bulaşan tenyalarla kıyaslandığında ısı şoklarına karşı olağandışı düzeyde daha iyi korunduğuna işaret eder.⁵ Eğer görüldüğü gibi homininler en azından 1,5 milyon yıldır et pişiriyorsa, tenyaların daha fazla ısı şoku proteini üretecek şekilde evrimleşmesi beklenmedik bir gelişme değildir çünkü bu, etteki kuluçka evresinin, pişirmeye rağmen hayatta kalabilme ve başka organizmalara geçerek yaşam döngüsünü tamamlayabilme şansını artırır.

Etoburluğun taş aletler üzerinde rastlanan izlerde ve tenyaların genetik yapısında kaydedilmiş ilk delillerine, bu konuda ilerleyen tarihlerde şahitlik yapan mağara resimlerini de ekleyebiliriz. En eski mağara resimleri hayvan tasvirleri göstermez ancak resimlerde görülen insan eli kaba hatlarıyla çizilmiş olsa da bu eller av hayvanlarına mızrak atan, eti kemikten sıyırmak için kesici taş aletleri kavrayan ve bu etleri pişirmek için ateş yakan ellerdir. Birbirinden uzak Endonezya, Avustralya ve Avrupa gibi yerlerde binlerce anonim el, mağara

duvarlarından yukarı uzanarak, ilk yoklamalarına katılan hevesli anaokulu öğrencileri gibi, gururlu bir şekilde, “Buradayım!” diye haykırmaktadır. Aradan 40 bin yıl geçtikten sonra bu haykırışları duyuyoruz, uzaktan gelen belli belirsiz bir ses olarak değil, bize tanıdık gelen ve ortak insani değerlere dayanan açık ve net bir çağrı olarak.

Mağara duvarlarındaki el izleri insanların ellerini birer şablon olarak kullanıp üzerlerine ağızlarından çeşitli pigmentler püskürtmeleriyle oluşmuştur. Bu atalarımız, spre y boyanın icat edilmesinden 40 bin yıl önce, ağızlarını birer boya tabancası gibi kullanarak aile albümümüze grafiti sanatçıların imzaları kadar kişisel izler bırakmıştır. Bundan 5000 yıl sonra, ayırt edilebilen ilk hayvan resmi Endonezya’daki tropikal Sulawesi Adası’nda yer alan bir mağaranın duvarına çizilmiştir.⁶ Bu resim tombul bir dişi geyik domuzuna [babirusa] aittir. Bu alışılmadık hayvanın bilimsel adı, *Babyrousa babyrussa*,⁷ bir zoolog tarafından konmuştur: Aynı kelimeyi tekrarlması oldukça tuhaf bir durumdur.

Babirusa, Sulawesi’ye özgü bir domuz türüdür, ancak bilinen diğer domuz türlerine benzemez. Bu tür, alt ve üst çenelerden çıkıntı yapan iki çift uzun

azı dişine sahiptir. Altta kalan çift büyük ebatlı, kıvrımlı köpek dişlerinden ibaretken üstteki çift yukarı dönmüş diş oyuklarından çıkarak hayvanın yüzünün ortasına kadar uzayıp, yüzün üzerinden geriye doğru kıvrılır. Kavgada ya da savunma maksatlı kullanılamayacak kadar kırılğan bu tuhaf azı dişlerinin işlevi bilinmez. Yerel efsanelere göre babirusalar tehlikeden uzak bir yerde uyumak istediklerinde azı dişlerini ağaç dallarına takıp sallanarak onları hamak kancaları olarak kullanmaktadır. Eğer Rudyard Kipling *İşte Öyle Hikâyeler* kitabında babirusalardan bahsetseydi, büyük olasılıkla azı dişlerini ne için kullanıldıklarına dair daha iyi bir açıklama getiremezdi. Babirusalar hepçil hayvanlardır ve genellikle kabuklu yemişler ve meyvelerle, özellikle de mangolarla beslenirler. Erkeklerin ağırlığı 90 kilograma kadar ulaşabilir. Bir an için bir ağacın dalından sallanarak kestiren bir babirusaya denk geldiğinizi düşünün, mango yiyerek beslenen bir babirusadan yapılan rostonun tadı kim bilir ne kadar lezzetli olurdu!

Bu konu tartışmaya açık olsa da muhtemelen tüm zamanların en iyi hayvan resimlerinden bir kaçı, 20 bin yıl önce Avrupa kıtasının

güney kısımlarında yaşayan avcılar tarafından çizilmiştir. Fransa'daki Lasca-ux ve Chauvet mağaralarında ve İspanya'daki Altamira Mağarası'nda bulunan meşhur mağara resimleri, Paleolitik dönemde Kuzey Avrupa'yı kaplayan buz örtüsünün kıyılarında yaşamış insanlar tarafından çizilmiştir. O dönemde ortalıkta hiç ağaç yoktu ama açık arazide otlayan hayvan sürüleri, günümüzde Serengeti'nin tropikal otlaklarında karşılaştığımızı benzer manzarlara ortaya çıkarmış olmalı, tabii sürekli -20 °C'de veya daha da altında seyreden sıcaklık farkıyla. Bu tür bitki örtülerine mamut bozkırı denir.

Fransa'nın güneyinde yer alan ve 1994'te keşfedilen devasa Chauvet Mağarası'nda, bu dönemden kalma, olağandışı bir beceri sergilenerek çizilmiş hayvan resimleri vardır.⁸ Resimlerden birinde bir mamutla üç gergedan kenarda dururken, on altı aslandan oluşan bir sürü, yedi bizonu kovalamaktadır. Mağaranın bir başka bölmesine, taşların yüzeyinde büyük bir beceri örneği sergilenerek oluşturulan kabartmalarla anatomik özellikleri vurgulanarak canlı gibi görünmeleri sağlanan mağara ayısı resimleri çizilmiştir. Soyu tükenmiş bu türün kalıntılarından,

Kuzey Amerika boz ayılarından çok daha iri olan mağara ayılarının bu mağaralarda düzenli olarak kış uykusuna yattıkları anlaşılır. Mağaranın duvarlarında ayrıca at, bizon, dağ keçisi, rengeyiği, alageyik, misk öküzü ve yabanöküzü resimleri de vardır. Bu resimleri yapanlar çizdikleri hayvanların anatomik özelliklerini iyi tanıyan ve muhtemelen çoğunu yemiş sanatçılardı. Bu insanların Chauvet Mağarası gibi mağaralarda geride bıraktıkları kemiklerden rengeyiği etini, ayrıca kırılarak açılmış uzun kemik kalıntılarından da kemiklerin içindeki iliği yemeyi tercih ettikleri anlaşılır.⁹ Mağara ressamlarının ve ailelerinin protein ihtiyaçlarını rahatça karşılayabilecekleri kadar bol miktarda etin bulunduğu bir dünyaydı bu.

Mamut bozkırındaki hayvanları kovalayan sanatçı avcılar yalnızca et yiyerek beslenmiyordu. Bunun yanında bitkisel gıdaları da toplayıp işliyorlardı. İtalya'nın güneyinde yer alan bir mağaranın içinde yapılan kazılarda bulunan yassı ve yuvarlak bir taşın üzerindeki nişasta grandileri, 32 bin yıl önce mağarada yaşayan insanların sözkonusu taşı, yabani otların tohumlarını öğüterek una dönüştürmek için kullandıklarını gösterir.¹⁰ Bu

insanların tahılları öğütmeden evvel kavurdukları anlaşılmıştır. Bu işlem yulaf gibi tahılların lezzetini artırmak ve uzun bir süre bozulmadan saklanabilmelerini sağlamak için günümüzde de hâlâ kullanılır. Bu insanlar yaz aylarında yüksek ihtimalle dutsu meyveler, fındık ve köklerle de beslenmiş, ancak kış aylarında bu gibi yiyecekleri bulamamışlardır. Belki de yabancı tarlafarelerinin yuvalarında depoladıkları tohumları ve kökleri toplayarak rengengiği bifteklerinin yanında yemişlerdir.¹¹ Alaska ve Sibirya’da yaşayan Inuit halkları bir zamanlar, yenilebilir kökleri, farelerin yiyebildikleri ancak insanlar için zehirli olan köklerden dikkatli bir şekilde ayırarak diyetlerini bu şekilde desteklemiştir.

Dünya ısındıkça ve Avrupa’nın kuzeyini ve Kuzey Amerika’yı kaplayan buzullar eriyerek geri çekildikçe, bölgedeki bitki örtüsü de değişim geçirmiştir.¹² Mamut bozkırlarının geniş yapraklı yabancı otlarının, çimenlerinin ve bodur çalılarının yerini ormanlar almıştır ve bu bozkırlarda otlayan hayvanların çoğu, kendilerine besin sağlayan bitkilerin peşinden giderek kıtaların iç kesimlerine çekilmiştir. Rengeyikleri ve misk öküzleri yalnızca yüksek kuzey enlemlerinde yaşamaya başlamıştır. Avrupa’da

alageyikler ve onlardan daha ağır kayıplar veren atlar iklim değişikliğine rağmen hayatta kalmayı başarabilmiştir, ancak yünlü mamutlar, yünlü gergedanlar, mağara ayıları ve dev geyikler gibi bitki yiyen diğer türlerin soyları tükenme tehdidiyle karşı karşıya kalmıştır. Avladıkları hayvanların çoğu ortadan kaybolan kılıç dişli kediler, Amerika aslanları ve fosilleşmiş kafataslarına bakıldığında bizonları ve diğer büyük av hayvanlarını yakalamak ve yemek için adapte oldukları anlaşılan bir bozkurt türü gibi büyük etoburlar da aynı kaderi paylaşmıştır.¹³

Küçülen mamut bozkırının dört bir yanında, en büyük ve en özelleşmiş hayvanlar yok olmuştur. Hayatta kalan türlerin genetik yapısı yok olan popülasyonların kemiklerinden elde edilen DNA örneklerinden çok daha az genetik çeşitliliğe sahip kalmış popülasyonları andırır.¹⁴ Bazı durumlarda, insan avcılar unutulma yolundaki hayvanlara yardımcı olarak iklim değişikliğinin başlattığı şeyi nihayete erdirmiştir.¹⁵ İnsan kemikleri üzerinde yapılan ve canlıların yaşamları boyunca tükettiği yiyeceklerin belirlenmesine yardımcı olan izotop analizleri, o dönemde en sevilen yiyeceğin yünlü mamut olduğuna işaret eder.¹⁶ Bu avcı topluluğu 30 bin yıl önce

yaşamıştır ancak arkeolojik bulgular mamutların ve adını onlardan alan yaşam ortamlarının yok olmasına dek bu türün, mamut bozkırının dört bir yanında dört mevsim boyunca, menülerin en sevilen yiyeceği olduğuna işaret eder.¹⁷ Her öğünün tadına üç sefer varıldığına dair meşhur bir Çin atasözü vardır: bekleme safhasında, tüketim safhasında ve hatırlama safhasında. Mamut öğünlerinin keyfine dört sefer varılmıştır: bekleme safhasında, tüketim safhasında, hatırlama safhasında ve barınma safhasında çünkü mamutların devasa kemikleri evlerin inşasında da kullanılmıştır. Zulme uğrayan bu hayvanların 4000 yıl öncesine, yani son kıtasal popülasyonlarının yok olmasından 5000 yıl sonrasına kadar varlıklarını sürdürdükleri son yaşam alanlarının Sibirya'nın kuzeydoğu sahilinde yer alan Wrangel Adası gibi ücra bir köşede bulunması tesadüf olabilir mi?¹⁸

Akdeniz kıyılarında, İtalya, Yunanistan, Türkiye ve İsrail'de ortaya çıkarılan arkeolojik kalıntılar, kıyı kesimlerinde yaşayan insanların günümüzden yaklaşık 40-50 bin yıl beslenme alışkanlıklarını genişletmeye başladıklarına işaret eder.¹⁹ Bunun olası nedenlerinden biri insan nüfusunun artması

sonucunda en büyük av hayvanlarının, insanların yerleşim alanları yakınlarında giderek daha da zor bulunması olabilir.

20 bin yıl ileri sardığımızda, İsrail'deki Taberiye Gölü'nün kıyılarında, tarımın icadından evvel yaşamın ve beslenmenin nasıl olduğunun anlık görüntüsünü tüm detaylarıyla gösteren, Ohalo II adında şaşırtıcı derecede iyi korunmuş bir kamp alanı kurulmuştur. Ohalo II jeologlarının Son Buzul Maksimumu veya SBM olarak adlandırdığı dönemde avcı toplayıcılar tarafından seneler boyunca düzenli olarak ziyaret edilen bir kamp alanıydı. Buzulların, kutuplara en uzak noktaya ulaştığı dönemdi bu ve Levant'ta iklim soğuk ve kuruydu.

Ohalo II, bundan 23 bin yıl önce, Taberiye Gölü'nün aniden yükselmesi ve kamp alanını su ve çamurun altına gömmesiyle birlikte zaman içinde donmuştur.²⁰ Sulu çamur harika bir koruyucudur çünkü içinde oksijenin barınmasına izin vermeyecek altında yatanların bakteriler ve diğer ayrıştırıcı ajanlar tarafından yok edilmesini engeller. Bu sayede Ohalo II'de kalan kampçıların yedikleri öğünlerden sonra etrafa attıkları kemiklerin ve kamp alanının erkek ziyaretçilerinden birinin

gömülü iskeletin bozulmadan günümüze kadar ulaşmasının yanı sıra inşaat işlerinde kullanılmış tahta parçaları, insanların üzerinde uyudukları otan yapılmış yataklar, balıkçılık yapmak için kullandıkları iplikler ve kurşun görevi gören ağırlıklar ve o dönemde yaşamış insanların topladıkları bitkilerin bu yaştaki diğer kazı sahalarında nadiren rastlanan kalıntıları da bozulmadan kalmıştır. O dönemde Ohalo II’de kalan insanlar tarafından kullanılan veya bölgede yetişen 140’tan fazla bitki türü tanımlanmıştır. Sahada bulunan, yüzeyinde nişasta granüllerine rastlanan terk edilmiş bir öğütme değirmenine dayanarak, un üretimi için kullanıldığını bildiğimiz yabani buğday ve arpa da bu bitkiler arasındadır. Bitki kalıntılarının arasında günümüzde tarım ürünü olarak yetiştirilen 13 yabani otun tohumlarının da bulunması bu tahılların planlı bir şekilde yetiştirilmiş olabileceğine işaret eder.²¹

Ohalo II’de kalan insanlar, gölün sağladığı temel şey olan balık haricinde bol miktarda ceylan etiyle ayrıca dalgıçkuşu, ördek, kaz, yırtıcı kuşlar ve karga gibi yakalayabildikleri her türlü kuşla; ayrıca geyiklerin, nadiren avladıkları yabanöküzlerinin, yabandomuzlarının ve yabankeçilerinin etleriyle

beslenmiştir.²² Şaşırtıcı şekilde, artık soyu tükenmiş yabanöközleri ve artık çok nadir rastlanan dağ ceylanları haricinde, Ohalo II'de kalan insanların yediği veya kullandığı tüm hayvan ve bitki türleri günümüzde de bölgede varlıklarını sürdürür.

Ohalo II, yaşanan bir sel baskının ardından terk edilmiş ancak İsrail'in Hayfa şehrinin yakınlarında keşfedilen, daha yakın bir tarihte mesken tutulmuş el-Wad adındaki sahadan elde edilen bulgulara dayanarak avcı toplayıcıların, sonraki 8000 yıl boyunca çok çeşitli av hayvanlarını tüketerek benzer bir diyetle beslenmeye devam ettiklerini söyleyebiliriz.²³ Dağ ceylanları bu insanların en sevdiği yiyecek olma özelliğini korusa da el-Wad'da yaşayan insanlar zamanla kaplumbağa, hatta yılan gibi küçük hayvanların da dahil olduğu daha geniş bir yabani hayvan koleksiyonuyla beslenmiştir. Bu insanların diyetlerine katılan küçük hayvanların sayısındaki artış yüksek ihtimalle bölgede bulunan büyük av hayvanlarının popülasyonlarının aşırı avlanmadan dolayı azalmasından kaynaklanmıştır. Avlanmanın etkilerinin giderek artması, 4000 yıldan kısa süre sonra, yani günümüzden 11.700 yıl önce, büyüklü küçüklü tüm hayvanlara ait kalıntıların el-

Wad'daki arkeolojik kayıtlarda niçin azaldığını açıklar. Bu tür değişiklikler Güneybatı Asya'nın genelinde meydana gelmiştir ve insanlar bunun üzerine hayatta kalmak için giderek daha farklı besin kaynaklarını tüketmeye yönelmiştir.

Yabani buğday, arpa ve baklagiller gibi bitkilerin binlerce yıldır yavaş yavaş evcilleştirilmiş olması (4. Bölüm) insanlara azalan yabani hayvan stoğuna alternatif olabilecek protein zengini tarım ürünlerini yetiştirme olanağını sağlayabilirdi, ancak bu durumu düzeltmenin başka bir çözümü de vardı. Binlerce yıl boyunca mesken tutulmuş mekânlarda kerpiç evlerin inşa edilmesi, bu evlerin zamanla yıkılması ve kalıntıların üzerine yeni evlerin inşa edilmesiyle oluşan yapay höyüklerin içinde korunarak günümüze kadar ulaşan arkeolojik kayıtlardan insanların çeşitli dönemlerde ne yediklerini keşfedebiliriz. İnşa edilen kerpiç evlerin oluşturduğu her yeni katman, temelinde bir önceki yerleşimin beslenme alışkanlıklarına ilişkin gömülü kayıtlar barındırır. Anadolu'da, bu şekilde oluşmuş Aşıklı Höyük²⁴ adı verilen bir sahada yapılan kazılar bölgede yaşayan avcılarının, günümüzden 11.000-10.200 yıl önce, bir zamanlar el-Wad'daki yerliler gibi yabani av etini

temel alan bir diyetle beslenirken koyun yetiştiriciliğine geçiş yaptıklarını gösterir. Evcilleştirilmiş hayvanlara ve bitkilere bel bağlamalarını sağlayan bu dönüşüm tarımın ve Cilalı Taş Devri'nin başlangıç noktasını oluşturmuştur.

İnsanların yaşamlarını sürdürmek için avcılık ve toplayıcılık yapmayı bırakıp tarımla uğraşmaya başlamaları Neolitik dönemde yeni doğan bebeklerin sayısında bir patlama olmasını tetiklemiştir. Levant'ta yer alan mezarlıklarda bulunan o dönemden kalma insan iskeleti kalıntılarına dayanarak avcı toplayıcı topluluklarında yaşayan her kadının doğurduğu ortalama çocuk sayısının tarımın benimsenmesiyle neredeyse iki katına çıkarak, 5,4'ten 9,7'ye yükseldiği tahmin edilmektedir.²⁵ Bu gibi nüfus artışları avcı toplayıcıların tarıma geçiş yaptığı her yerde tanık olunan küresel bir olay haline gelmiştir.²⁶ Çiftçiler aynı zamanda hem avlanıp hem de doğal yaşam ortamlarını tarım arazilerine dönüştürebildiklerinden, Neolitik dönemde meydana gelen nüfus artışının etkileri yabani hayvan popülasyonlarının üzerinde daha da büyük bir baskı oluşturmuş ve doyurulması gereken boğaz sayısının artması, hayvan yetiştiriciliğinin daha da önem kazanmasına

yol açmıştır. Hayvanların ve bitkilerin evcilleştirilmesi, doğa üzerinde yarattığımız evrimsel etki açısından yeni bir sayfa açmış ve kendi evrim sürecimizin gidişatını da değiştirmiştir.

Avlanan bazı hayvan türlerinin evcilleştirilerek çiftlik hayvanlarına dönüştürülmesi daha kolay olmuştur. Bunun kanıtı, yabandomuzları ve yabani tavuklar gibi az sayıda türün birkaç sefer evcilleştirilmiş olması, Ohalo IPde kalan insanların avladığı düzinelerce tür gibi bazılarıysa hiçbir zaman evcilleştirilememiştir. Domuzlar ve tavuklar çöpçü hayvanlardır ve bu alışkanlıklarının onları insanların yerleşim alanlarına yaklaştırmış, yiyecek bulmak için insanlara bağımlı kılmış ve evcilleşme süreçlerini başlatmış olması mümkündür.

Tavuklar evcilleştirdiğimiz tüm besi hayvanları arasında taşımaya en elverişli olanlardır ve insanlar her türlü artığı lezzetli ete ve günlük yumurtalara dönüştürebilen bu muhteşem hayvanları gittikleri her yere taşımıştır. Eğer kuşlar arasından Homeros gibi bir ozan çıkmış olsaydı, yüksek ihtimalle tüy kalemiiyle tavukların seyahatlerini konu alan bir destan yazardı, ama bu ozan ortaya çıkana dek Dr. Seuss'un, yolda onları nelerin beklediğine dair

genç gezginlere yaptığı değerli uyarılarla idare etmemiz gerekecek: “Sen de biliyorsun ki kuşkusuz karışacaksın. Yol aldıkça birçok tuhaf kuşla karışacaksın.”²⁷

Canlıların gezegen üzerinde yer değiştirmeleri hem yolculuk eden organizmaların hem de farklı yerleşim alanlarına yeni ulaşan bu organizmaların karıştığı yerel popülasyonların evrim süreçleri açısından önemli sonuçlar doğurur. New England’daki veya İngiltere’deki çiftliklerde ve arka bahçelerde yetiştirilen tavuklar evlerindeymiş gibi görünseler de, bu hayvanların çok daha egzotik bir anavatanı vardır. Charles Darwin’in, *The Variation of Animals and Plants under Do-mestication* [Evcilleştirilen Hayvan ve Bitkilerin Çeşitliliği] kitabında her zamanki gibi doğru tahmin ettiği üzere, tavukların yabani atası, anavatanı Asya olan kırmızı Hint kuşudur.

Modern genetik ve arkeolojik analizler kırmızı Hint kuşunun yalnızca bir sefer değil, Asya’nın farklı bölgelerinde birbirinden bağımsız bir şekilde üç sefer evcilleştirildiğini gösterir (bkz. Harita 5). Tavuğun insanlar tarafından kullanıldığını gösteren en eski bulgular Çin’in kuzeyindeki Sarı Irmak

vadisinde keşfedilmiştir. Burada bulunan antik tavuk kemiklerinin kökeni 10 bin yıl öncesine dayanır ve bu kemiklerden elde edilen DNA örnekleri modern evcil tavuklarla aralarında genetik bir bağ olduğunu gösterir.²⁸ Elimizde bu eski tavuk kemiklerinin yabani kuşlara mı, yoksa evcilleştirilmiş kuşlara mı ait olduğunu gösteren kesin bir bulgu yoktur ama bölgede aşağı yukarı aynı dönemde domuz gibi diğer hayvanların da yetiştirildiğini bildiğimizden, tavukların da bu dönemde veya bundan kısa süre sonra evcilleştirilmiş olması kuvvetli bir ihtimaldir. Kırmızı Hint kuşunun Sarı Irmak'ta evcilleştirilmesinden bir süre sonra, aynı tür hem Güneydoğu Asya'da yer alan Tayland'da hem de Hindistan'da birbirlerinden bağımsız bir şekilde yeniden evcilleştirilmiştir.²⁹

Günümüzde tavukların genleri, dünyanın etrafını dolaşarak üç farklı evcilleştirme olayı sonucunda ortaya çıkan tavukların torunlarının birbirleriyle berekete vesile olacak şekilde birçok sefer karşılaşmasına yol açan insan trafiğine şahit olmuş karmaşık bir akrabalık yapısı sergiler. Asya kıtasındaki tavukların kayıt altına alınmış ilk karşılaşması 3400 yıl önce, Budist keşişlerin Çin'den Hindistan'a

yenilebilir bir hediyelik eşya olarak canlı tavuk götürmesiyle gerçekleşmiştir.³⁰

ABD'deki ve diğer ülkelerdeki tüketicilerin çoğu, tavukların sarı derili olmasını tercih eder; ancak yabancı kırmızı Hint kuşunda hiç görülmeyen bu özellik, görünüşe bakılırsa farklı bir türden, gri Hint kuşundan gelmiştir.³¹ Bu Hindistan'a özgü bir kuş türüdür ve doğada kırmızı Hint kuşuyla melezleşmez. Dolayısıyla sarı derili olma özelliği evcil tavuklara, muhtemelen binlerce yıl önce Hindistan'ın bir köşesinde yer alan bir çiftlikte gri kuzenlerinden geçmiştir.

Sayıları ABD Gıda ve Tarım Örgütü'nün verilerine göre 2010 senesinde yaklaşık 1,6 milyara varan Afrika tavukları kıtaya getirilen en azından üç farklı türün karşılaşması sonucunda ortaya çıkmıştır.³² Hindistan'da evcilleştirilen bir tür kuzeyden, Mısır üzerinden Afrika'ya getirilmiştir. Mısır'da bulunan 4000 yıllık kadim metinlerde tavuklardan bahsedilmektedir. İkinci türün doğudan, Afrika Boynuzu üzerinden, insanların Afrika'dan göç ederken kullandıkları güzergâhın zıt yöne doğru takip edilmesi sonucu getirildiği düşünülmektedir. Üçüncü tür de doğudan, Güneydoğu Asya'dan

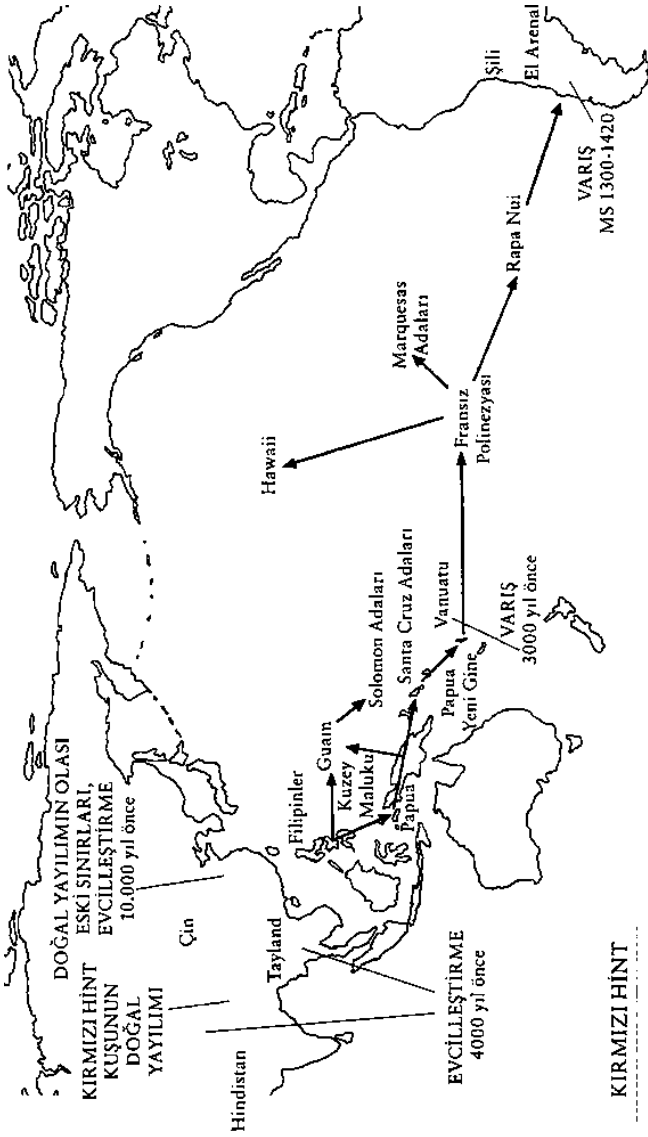
deniz yoluyla getirilmiştir.

Güneydoğu Asya ayrıca yanlarına tavuk, sıçan ve köpek gibi hayvanlarla yiyecek bitkiler alarak Pasifik adalarına yerleşmeye giden Polinezyalıların da çıkış noktasıdır. Bu belki de insanlık tarihinde yapılan en kahramanca göçtür.³³ Polinezyalılar kanolarıyla açık denizde binlerce kilometre yol alarak, nispeten yakın bir zamanda, yalnızca 800 yıl önce Pasifik Okyanusu'nun en ücra adalarına, Rapa Nui (Paskalya Adası), Hawaïi ve nihayet Yeni Zelanda'ya ulaşmıştır.

Rapa Nui Adası çorak ve ağaçsız bir ortamda nöbet tutar gibi duran devasa heykelleriyle ünlüdür. Adadaki ortam ilk bakışta böylesine büyük anıtlar inşa edebilecek kadar çok bir nüfusu destekleyebilecek, yerel halka bu kadar boş vakit sunabilecek veya içlerinde böyle büyük anıtlar inşa etme isteği uyandırabilecek gibi durmaz. Ancak adada yer alan diğer yapılar, örneğin kıyı hattı boyunca dizilmiş 1233 adet taş kümes bunun yanlış bir izlenim olduğunu gösterir. Adada 6 metre uzunluğundaki ev tipi kümeslerden, 21 metre uzunluğa, 3 metre genişliğe ve 1,8 metre yüksekliğe ulaşan kümeslere kadar her ebatta kümes bulunur. Bu kümesler tavukların girip

çıkabileceği, zemin seviyesinde küçük kapılara sahiptir. Kümes bahçeleri evlerin etrafına örülen taş duvarlarla koruma altına alınmıştır. Rapa Nui adasındaki kümesler mevcut tek besi hayvanı olan kuşların ada halkı tarafından endüstriyel ölçekte yetiştirildiğine ve bu kuşların onlara bol miktarda et ve yumurta sağladığına işaret eder.

Kanolarıyla okyanusu aşarken yanlarında taşıdıkları yiyecekler Polinezyalıların Amerika'ya Kristof Kolomb'dan önce ulaştıklarına dair kanıtlar sunar. Güney Orta Şili'deki El Arenal'de yapılan kazılarda



KUŞUNUN (TAVUK) EVCİLLEŞTİRİLMESİ
ve SEYAHATLERİ (*gölgeli alanlar dağlık bölgeleri tem-
sil etmektedir*)

1300-1420 senelerinden kalma tavuk kemikleri gün yüzüne çıkarılmıştır. Bu kemiklerden alınan DNA örneklerinin analiz edilmesi, bu tavukların Samoa, Tonga ve Rapa Nui'de yapılan kazılarda bulunan tarihöncesi Polinezya tavuklarıyla neredeyse aynı genetik yapıya sahip olduklarını göstermiştir.³⁴ Dolayısıyla İspanyol fatih Francisco Pizarro'nun, 1532 senesinde Peru'ya ulaştığında gördüğü tavuklar İnka ekonomisinde önemli bir yere sahipti ve muhtemelen de Peru'ya Polinezya'dan götürülmüştü.³⁵

Arada binlerce kilometre olmasına rağmen, tavukların Polinezyalıların kanolarında yolculuk ederek Amerika'ya ulaşmaları şans eseri gerçekleşmiş bir olay değildir. Polinezyalı denizciler yola çıktıklarında nereye gittiklerini çok iyi biliyorlardı. Yönlerini bulmak için geceleri gökyüzündeki yıldızların detaylı bilgisini kullanan olağanüstü kılavuzlardı; karanın yönünü saptıran okyanusun kabarmasıyla birlikte çok uzaklardaki adaların yönü tespit ediliyordu. Bu sanatın en büyük ustaları suyun içine

girip okyanus sularının hareketlerini erbezi kesele-riyle algılayarak yönlerini bulmuştur. Dolayısıyla bilyeli yatakların tekerleklerden bin yıl önce Polinezyalıların kanolarında kullanıldığını söyleyebiliriz.³⁶

Amerika'dan Polinezya'ya bir bitki türünün geri getirilmiş olması, okyanus trafiğinin çift yönlü olduğuna işaret eder. Kaptan James Cook, 1769 senesinde Pasifik Okyanusu'nda ilk keşif seferine çıktığında, kökenleri Güney Amerika'ya dayanan tatlı patateslerin, ziyaret ettiği tüm Polinezya adalarında, hatta Yeni Zelanda gibi ücra topraklarda bile yetiştirildiğine tanık olmuştur. Cook'un seferlerine katılan bitkibi-limciler tarafından toplanan tatlı patates numunelerinden alınan DNA örnekleri üzerinde kısa bir süre önce yapılan genetik analizler sonucunda Polinezya'da yetişen bitkilerin kökeninin Güney Amerika'daki Ekvador ve Peru bölgelerine dayandığı anlaşılmıştır.³⁷

Güney Amerika'yla Polinezya arasında yoğun bir trafik olsaydı, insan genomunda da bunun izlerine rastlanması gerekirdi. Rapa Nui'de yaşayan Polinezyalı yerliler Avrupalılar tarafından "keşfedildikten" sonra birçok hastalığa yakalanarak telef

olmuş, toprakları istila edilmiş, köle yapıp başka diyarlara nakledilmiş olsa da, hayatta kalmayı başaran popülasyonun genomunda, Güney Amerikalı ziyaretçilerini, ailelerinin birer ferdi gibi ağırladıkları mutlu zamanların tarihi izleri görülür.³⁸

Şimdi yeniden hayvanların evcilleştirilmesinin kökenlerini bulmak için sürdürdüğümüz arayışa dönelim. Memeliler arasındaki sosyal davranışlar, görünüşe göre, daha rahat evcilleşmeleri için bazı türleri hazırlamıştır. Doğada sürüler halinde yaşayan koyunlar ve köpekler gibi bazı sosyal hayvanlar kolaylıkla evcilleştirilebilmişken, geyikler gibi harem oluşturan hayvan türleri evcilleştirilememiştir. İlk evcilleştirilen hayvanlar köpeklerdir ve en azından 15 bin yıl önce³⁹ bozkurtlardan evrimleşerek diğer hayvanları avladığımız sırada bize eşlik etmişlerdir, ancak insan-köpek ilişkisinin temellerinin bundan en az iki kat⁴⁰ daha uzun bir süre öncesine dayandığını ileri sürenler de vardır. Görünüşe bakılırsa köpekler insan terbiyecilerini kurt sürüsünün lideri yerine koyarak takip edip, verdikleri komutlara itaat eder. Bu iki hayvanın sosyal davranışlarının koyun yetiştiriciliği açısından ne kadar önemli olduğunu anlamak için tek yapmanız

gereken bir çobanın, koyunları bir araya toplayan çoban köpeğini, komutlarıyla nasıl yönlendirdiğini izlemektir. Koyun sürülerini köpeklerle idare etmemiz evrime dayalı mevcut ilişkileri kendi çıkarlarımızı doğrultusunda nasıl kullandığımızı gösteren örneklerden yalnızca biridir.

Koyunlar Güneybatı Asya’da evcilleştirilen ilk hayvanlardan biridir. Koyunlar belki de günümüzden 11 bin yıl kadar uzun bir süre önce evcilleştirilmiş ve buradan birkaç dalga halinde pusulanın gösterdiği her yöne yayılmıştır.⁴¹ Güneybatı Asya kökenli koyunlar 5700 yıl önce Çin’in kuzeyine kadar ulaşmıştır.⁴² Günümüzde dünya üzerinde yaşayan koyun nüfusu bir milyarı aşmıştır. Koyunlar götürdükleri her yerde yetiştirilmiş ve yerel ortam şartlarına adapte olmuştur. Bu yüzden günümüzde yaklaşık 1500 farklı koyun türü vardır.⁴³ Koyun evrimi anavatanları Güneybatı Asya’da da atıl kalmamıştır. Koyunlar yüklü miktarda yağ depolayabilme yeteneğine sahip hayvanlardır. Koyunların Güneybatı Asya’da evcilleştirilmesinden ve ilk dalganın diğer bölgelere yayılmasından birkaç bin yıl sonra, yetiştiriciler olağanüstü büyüklükte kuyruklara sahip ve yeni yayılma dalgaları başlatan

koyun türleri üretmiştir. Yunan tarihçi Herodot (takriben MÖ 484-425) bazı Arap koyunlarının kuyruklarının çok büyük olduğunu ve çobanların hayvanların yerde sürünen kuyruklarına zarar vermelerini engellemek için hayvanlara, küçük ahşap arabalar şeklinde koşum takımı bağladıklarını yazmıştır.⁴⁴ Bu koyunların kuyruk yağı Orta Doğu'da ve İran'da yemek pişirmek için kullanılan geleneksel bir malzemedir.⁴⁵ Kuyrukları kesilen koyunların bu organları kısmen de olsa yeniden büyüyebilir.

Yabandomuzları ya da bayağı yabandomuzları (*Sus scrofa*) ve ya-banöküzleri (*Bos primigenius*), yakın zamana kadar uzak batıdan yola çıkarılıp Avrasya üzerinden uzak doğunun en ücra köşelerine dek her yere dağıtılmıştır ve bu durum bu geniş coğrafyada varlıklarını sürdüren birçok farklı topluma bu hayvanları yetiştirme fırsatı sunmuştur. Güneybatı Asya'da insanların yabanöküzlerini ve yabandomuzlarını avlamaktan besi hayvanları olarak yetiştirmeye geçiş yapmalarının ilk izlerine Ürdün vadisinin üst kısımlarında yer alan, Neolitik dönemden kalma bir yerleşim bölgesinde rastlanmıştır.⁴⁶ Bu bölgede, günümüzden 9000-8000 yıl öncesinde

evcilleştirilmiş hayvanlara özgü kemiklerden oluşan yığınların sayısı arttıkça, aynı türe ait yabani hayvanların kemiklerinin sayısında belirgin bir azalma olduğu görülmüştür.

Günümüzden 8000 yıl öncesine gelindiğinde, Güneybatı Asya'daki tüm öküzler ve domuzlar evcilleştirilmiştir, ancak bu iki türün genleri bu tarihten sonra neler olduğuna dair çok farklı hikâyeler anlatır. Öküzleri ele aldığımızda, günümüzde yaşayan hayvanlar üzerinde yapılan genetik analizler yabanöküzlerinin üç ayrı yerde evcilleştirildiğini gösterir: Güneybatı Asya'da, yüksek ihtimalle Suriye sınırları içinde kalan bölgede; (yabanöküzlerinden kendine özgü hörgüçlere sahip, evcilleştirilmiş Hint öküzlerinin [zebu] ortaya çıktığı) İndus Vadisinde ve Afrika'da.⁴⁷

Yabanöküzü Roma Dönemi'ne kadar Avrupa'da sıkça rastlanan yabani bir hayvandı, ama Avrupa'daki öküz türlerinin tamamı yerli yabanöküzü popülasyonlarının değil, Güneybatı Asya'da evcilleştirilen atalarının soyundan gelir. İnsanlar üzerinde yapılan genetik araştırmalar tarımın Batı Avrupa'ya Güneybatı Asya'dan göçen çiftçiler tarafından yayıldığını gösterir ve görünüme bakılırsa bu

çiftçiler göçerken yanlarında evcilleştirdikleri öküzlerini de getirmiştir.⁴⁸ Çiftçiler, tarım ve öküzler Avrupa'ya bir paket halinde yayılmıştır.⁴⁹

Buna karşın, öküzlerin ve diğer besi hayvanlarının Bereketli Hilal'de yayılması (bkz. Harita 6) insan göçüne eşlik etmemiştir. Hayvanlar zaman geçtikçe bir çiftçi topluluğundan diğerine yayılmıştır ama genetik bilimi bize insanların oldukları yerlerde kaldığını gösterir. Öyle ki İran'daki Zagros Dağları'nda bulunan 9000 yıllık kalıntılardan elde edilen genom dizilimleri Neolitik dönemde yaşamış çiftçilerin günümüzde

İran'da yaşayan Zerdüstlere genetik bir miras bıraktığını ortaya koyar. Evde çakılı kalma alışkanlığı Bereketli Hilal'in genelinde mevcuttur. Anadolu'da, Levant'ta (İsrail ve Ürdün) ve Zagros Dağları'nda yaşayan ilk çiftçiler birbirleriyle ticaret yapmış, çiftçilik sırlarını, besi hayvanlarını ve mahsullerini paylaşmıştır ancak aralarında kan bağı oluşmamıştır.⁵⁰

Yabani sığırlar Afrika'da evcilleştirilen ilk hayvanlardır. Güneybatı Asya ve Hindistan'dan getirilen öküzlerle melezleştirilerek yerel şartlara uyum sağlayan hayvan türleri üretilmiştir. Güneybatı

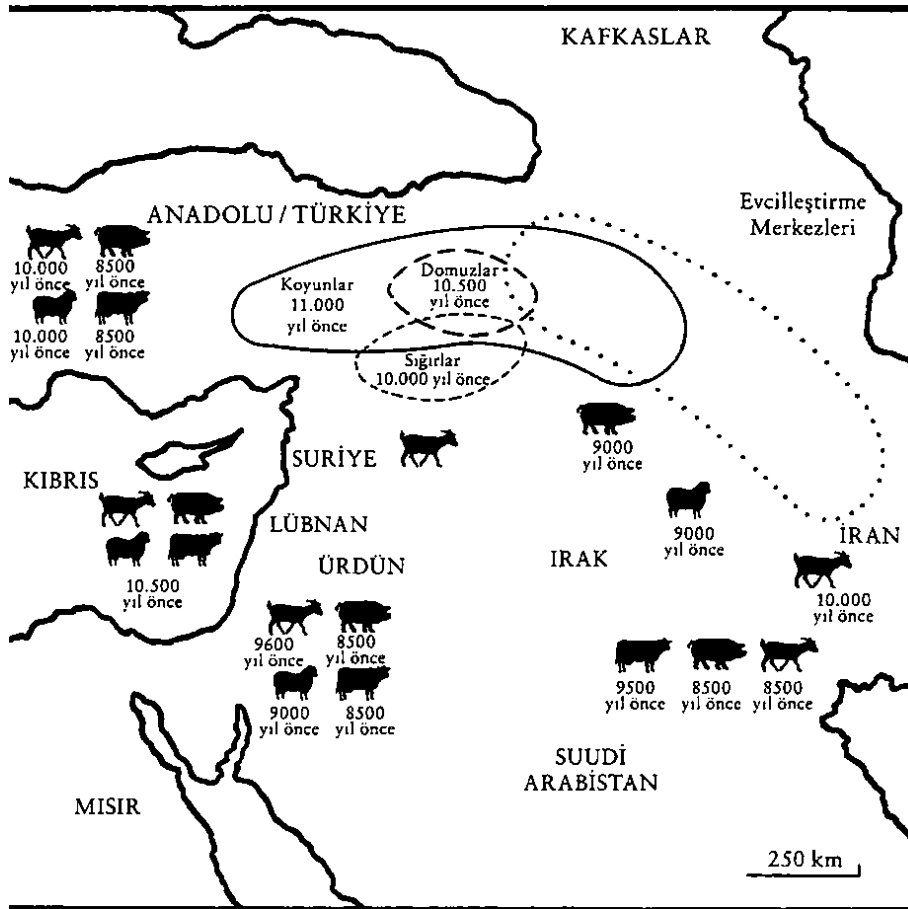
Asya'daki durumun aksine, evcilleştirilmiş sığırlar tahılların evcilleştirilmesinin ardından yerleşik tarıma entegre edilmemiş, Sahra Altı Afrika'da, ilk tarım bitkilerinin bu bölgede evcilleştirilmesinden binlerce yıl önce göçebe hayvancılığın temelini oluşturmuştur.⁵¹ Sığır birçok Afrika ülkesinde hâlâ çok büyük ekonomik ve sosyal öneme sahiptir ve çoğu yerde insanların değeri sahip oldukları sığır sayısıyla ölçülür.

Sus scrofa'nın (yani yabandomuzunun) atalarının evrimleştiği anavatanları, geyik domuzlarının ve diğer yabandomuzu türlerinin hâlâ varlığını sürdürdüğü Güneydoğu Asya adalarındır.⁵² Bütün domuz ailesi içinde pazara açılan, türümüzün Afrika'dan göç ederek Avrasya'ya ulaşmasından milyonlarca yıl önce bu bölgeye ulaşarak batıya doğru yayılan küçük domuz *Sus scrofa'dır*. Sonrasında, insanlarla domuzlar birbirleriyle karşılaştıkları her yerde aralarında bir bağ kurmuştur.

Domuzlarla insanların arasındaki bağ neredeyse köpeklerle insanların arasındaki bağ kadar yakındır, ama itiraf etmek gerekirse domuzlarla bağımız o kadar evrensel değildir. Köpekler de domuzlar da çöpçü hayvanlardır ve türlerimiz arasındaki ilişki de

muhtemelen buna dayanır, ayrıca her birinin evcilleştirilmesine yol açan şey de yüksek ihtimalle bu özellikleridir. Bu yakınlık domuzların evrim tarihini büyük oranda şekillendirmiş ve domuzların koyunlar gibi bir sefer değil, hatta sığırlarda olduğu gibi üç sefer de değil, en az altı veya yedi sefer evcilleştirilmelerine yol açmıştır.⁵³

Batı Avrupa'daki domuzlar, Güneybatı Asya kökenli atalarından evcilleştirilmiş sığırların aksine, Avrupa'nın yerel yabani domuz popülasyonlarından evcilleştirilmiştir. Domuzlar da birbirlerinden bağımsız olarak Akdeniz'de yer alan Sardunya ve Korsika adalarında, en az iki sefer Çin'de, ayrıca



Koyunlar  Keçiler  İnekler  Domuzlar 

Burma ve Malezya'da da yerel yabani domuz popülasyonlarından evcilleştirilmiştir.⁵⁴ Yeni Gine'de yaşayan yabani

BEREKETLİ HİLAL'DEKİ ÇİFTLİK HAYVANLARININ EVCİLLEŞTİLMESİ VE YAYILMASI

Harita 6

> muzlar yüksek ihtimalle bu bölgeye Polinezyalılar tarafından kano-rla nakledilmiş evcil domuzların soyundan gelen yabani hayvanlardır, dinezyalıların Hawaii gibi Pasifik Okyanusu'nun en uzak adalarına le naklettikleri domuzların asıl kaynağının Vietnam olduğu düşünülmektedir.⁵⁵

İlginçtir ki, günümüzdeki evcilleştirilmiş domuzlarda yerel yabani > muz türlerinin genlerine rastlanmayan tek yer, diğer birçok evcilleştirilmiş hayvanın ve bitkinin anavatanı olan Güneybatı Asya'dır. Bu hayli tuhaftır çünkü arkeolojik kayıtlardan domuzların Güneybatı Asya'da Neolitik dönemden beri avlandığını ve sonradan evcilleştirildiğini biliyoruz ancak bilinmeyen bir sebepten ötürü, günümüzün evcilleştirilmiş domuzlarıyla bu bölgede yaşamış yabani türler arasında herhangi bir akrabalık ilişkisi yoktur. Bunun tarihi ve kültürel bir nedeni olabilir. Günümüzde Güneybatı Asya nüfusunun çoğunu Müslümanlar ve Yahu-diler oluşturur

ve her iki dinde de domuzlar pis hayvanlar olarak kabul edilmiş ve etlerinin yenmesi yasaklanmıştır. Bu dini tabu, insanlarla domuzlar arasında tutarsız bir sevgi nefret ilişkisi olduğu bilinen Antik Mısır'dan kalma olabilir.⁵⁶ Domuzlar Antik Mısır'da ilk başlarda saygı duyulan hayvanlardı ancak MÖ 1000 senesine gelindiğinde, siyah bir domuz tarafından kör edilen güneş tanrısı Horus'un kötü niyetli, domuz suratlı düşmanı kötülük tanrısı Set'le ilişkilendirildi. Kötülük tanrısı Set'in görüntüsü anıtlardan silinmiş ve domuz çobanları hor görüldüklerinden hiçbir tapınağa girmelerine izin verilmemiştir. Böyle bir kültürel ve dini ortamda yerel domuz türlerinin soylarının tükenmiş olması çok da şaşılabilecek bir durum değildir.

Sosyal davranışları domuzlar, koyunlar ve öküzler gibi uyumlu hayvanları evcilleştirilmeye hazırlamış olsa da, diğer türler evcilleşmeye direnç göstermiştir. Geyikler ve ceylanlar gibi belirli alanların sınırları içinde yaşayan ve bu alanları savunan hayvanlar hiçbir zaman evcilleştirilememiştir. Dağ ceylanlarının en sevilen av hayvanları olmalarına rağmen Neolitik dönemde kurulan çiftliklerde hiç yetiştirilmemiş olmalarının sebebi de budur. Benzer

şekilde, alageyik de Avrupa'da 50 bin yıl boyunca avlanmış olmasına rağmen hiçbir zaman geleneksel olarak yetiştirilmemiştir çünkü bu hayvanlar da belirli bir alanın sınırları içinde yaşamaya alışmıştır ve azgınlık döneminde kendilerine eş arayan erkekler arasında çıkan kavgalar bu hayvanların idare edilmesini zorlaştırır.⁵⁷ Rengeyikleri bir istisna oluşturarak, ilki Sami halkı tarafından Laponya'da, ikincisi de Nenet halkı tarafından Rusya Sibiryası'nda olmak üzere iki farklı bölgede evcilleştirilmiştir, ancak belirli bir alana kısıtlı kalmayan tek geyik türü olduğu için bu istisna kuralı bozmamıştır.⁵⁸

Hem Sami hem de Nenet halkları göçebedir ve tundrada gezerek besin arayan rengineyiklerini izlerler. Rengeyikleriyle aralarında, neredeyse köpeklerle insanlar arasındaki gibi komensal bir ilişki vardır, ancak bu ilişki zıt yönde ilerler çünkü normalde köpekler insanları takip ederken, bu örnekte insanlar rengineyiği sürülerini takip etmektedir.

Darwin, *The Variation of Animals and Plants under Domestication* kitabında evcilleştirilmiş besi hayvanlarıyla varsayılan yabani ataları arasında ne gibi farklar olduğunu kapsamlı bir şekilde incelemiştir.

ve bunun sonucunda yakın zamana kadar kendisi de dahil kimsenin ikna edici bir açıklama getiremediği olağanüstü bir örüntüyü açığa çıkarmıştır.⁵⁹ Darwin aralarında köpekler, domuzlar, öküzler, tavşanlar, kobay fareleri ve atların da bulunduğu, birbirleriyle ilişkisi olmayan birçok evcilleştirilmiş hayvanı gözlemlemiş ve tüm bu hayvanların paylaştığı bir dizi ortak özellik olduğunu fark etmiştir. Darwin evcilleştirilmiş hayvanların üreme davranışlarının yabani hayvanlarınkı kadar mevsimsel olmadığını; çoğunun vücutlarının kısmen de olsa pigmentten yoksun, alacalı kürklerle kaplı olduğunu; bu hayvanların sarkık kulaklara, nispeten daha küçük dişlere, burunlara ve beyinlere ve ayrıca kıvrımlı kuyruklara sahip olduklarını; davranışlarının yabani hayvanların davranışlarına oranla daha çocuksu ve uysal olduğunu fark etmiştir. Evcilleştirilmiş hayvanların sahip oldukları bu ortak özellikler artık evcilleştirme sendromu olarak adlandırılmaktadır ve birinin çıkıp da evcilleştirmenin hayvanların evrim süreçlerinde neden böyle tekrar eden, çok çeşitli bir dizi değişikliğe sebep olduğuna dair mantıklı bir açıklama yapması neredeyse yüz sene sürmüştür.

Evrimin neden olduğu değişim genellikle seçilime bağlıdır ve birbirleriyle bağlantısı olmayan iki farklı hayvanı bir noktada buluşturduğu durumlar için en basit açıklama, seçilimin nedenlerinin iki farklı durumda da aynı olduğudur. Bu açıklama evcilleştirme sendromunun hayvanlara kazandırdığı bazı özellikler açısından mantıklıdır ama hepsi için değil. Uysallık elbette her türlü evcil hayvanın sahip olmasını arzu ettiğimiz bir özelliktir ve çoğu yetiştirici seçimlerini kasten veya kasti olmadan bu özellikten yana olacak şekilde yapar. Bu yüzden uysallığın evcilleştirme sendromunun bir parçası olmasına pek de şaşırmamamız gerekir. Douglas Adams'ın, *Evrenin Sonundaki Restoran* romanındaki sözkonusu restoranda geçen bir sahnede garson, “Günün yemeğiyle tanışmak ister miydiniz?” diye sorar.

İri bir mandıra hayvanı, Zaphod Beeblebrox'un masasına yaklaştı; kocaman, yağlı etli sığır cinsi bir dört ayaklıydı, nemli gözleri, küçük boynuzları ve yüzünde neredeyse arkadaşça denilebilecek bir gülümseme vardı. “İyi akşamlar,” dedi ve kalçalarını koltuğa koyup arkasına yaslandı, “Günün Ana Yemeği benim. Gövdemin herhangi bir kısmı ilginizi çeker mi?”⁶⁰

Bunun üzerine, evinden çok uzakta olan dünyalı Arthur Dent, Günün Ana Yemeği'nden iğrenerek dehşet içinde geri çekilip garsona yeşil salata sipariş eder. "Bana yeşil salata yememem gerektiğini mi söyleyeceksin," diye sorar Arthur. Hayvan cevap verir:

"Bu konuda çok net bir tavır takınan birçok sebze tanıyorum. Zaten bu yüzden en sonunda arap-saçına dönen bu sorunun çözülebilmesi için gerçekten de yenmeyi isteyen ve bunu açık ve net ifade edebilen bir hayvanın üretilmesine karar verildi. İşte buradayım." Hayvan hafifçe başını eğerek selam verdi.

Bu kurgu bir hikâyedir ama gerçek de bundan pek farklı değildir. Evcilleştirilmiş hayvanlar uysal olmaları için yetiştirilir, henüz bunu bize anlatabilecek durumda olmasalar da. Peki ama bunun yanında niçin sarkık kulakları ve kıvrımlı kuyrukları vardır? İneklerde, köpeklerde, kobay farelerinde, domuzlarda ve hatta koi balıkları gibi hayvanlarda bile sıkça görülen alacalı pigmentlenme niçin evcilleştirme sendromuna dahil özelliklerden biridir? Doğrudan seçilimin birbirlerinden bu kadar farklı hayvanlar ve özellikler üzerinde paralel bir etki

yaratması pek olası görünmediğinden, bu olayın farklı bir açıklaması olması gerekir. Acaba tüm bu özellikleri birbirleriyle bağlantılı hale getiren genetik bir neden olabilir mi? Uysallık gibi bir özelliği etkileyen yapay seçilimin, aynı zamanda cilt rengini ve evcilleştirme sendromunun hayvanlara kazandırdığı diğer tüm özellikleri de etkilemesine yol açan genetik bir neden? Kulağa ihtimal dahilinde değilmiş gibi gelse de böyle bir neden olabileceğine işaret eden bir deney yapılmıştır.

Dmitri Belyaev adındaki Rus bir biliminsanı 1950'lerde, evcilleştirme sendromunun hayvanlara kazandırdığı tüm özelliklerin, yalnızca en uysal bireylerin seçilerek çiftleştirilmesi sonucunda, o zamana kadar evcilleştirilmemiş gümüş Sibiryaya tilkilerinde de ortaya çıkıp çıkmayacağını görmek için bir deney başlatmıştır.⁶¹ Deneyin başlangıcında tilkilerin neredeyse tamamı kendilerine yaklaşan bilimcilere karşı saldırgan veya korkak davranışlar sergilemiştir. Terbiyecilerine karşı en az miktarda korkaklık veya saldırganlık sergileyen hayvanlar seçilerek bir sonraki nesil oluşturmak için çiftleştirilmiş ve bu işlem onyıllar boyunca tekrarlanmıştır. Yalnızca üç nesil sonra, tilki yavrularının hiçbiri

beslendikleri zaman saldırgan davranışlar sergilememiştir, hatta bazıları evcil köpekler gibi kuyruklarını sallamaya başlamıştır. Sekiz ya da on nesil boyunca uysallık kriterine göre seçilip çiftleştirildikten sonra desenli kürklere, sarkık kulaklara ve kıvrımlı kuyruklara sahip tilki yavruları doğmaya başlamıştır. Elli yıl boyunca otuzdan fazla yeni nesilin üretilmesinden sonra, deney grubundaki tilkilerin tamamı köpeklerde görmeye alışkın olduğumuz dostane davranışları ve evcilleştirme sendromunun kazandırdığı tüm anatomik ve fizyolojik özellikleri sergilemeye başlamıştır. Bu deney yalnızca uysallık kriterine göre yapay seçilime maruz bırakılan canlılarda, evcilleştirme sendromunun tüm belirtileriyle baş gösterebildiğini ortaya koymuştur. Peki ama bu nasıl olabilir?

Belyaev tarafından başlatılan araştırmaları devam ettiren Rus bilimin-sanları evcilleştirme sendromunun canlılara kazandırdığı tüm özelliklerin farklı genetik anahtarlardan oluşan tek bir ağ tarafından kontrol edilmesi gerektiğini ileri sürer.⁶² Bu çılgın bir at arabası sürücüsünün bir düzine vahşi atın (veya bizim örneğimizde evcilleştirme sonucunda ortaya çıkan tüm özelliklerin) dizginlerini elinde

tutarak onları eşgüdümlü olarak idare edip aynı yönde ilerlemelerini sağlamayı başarmasına benzetelebilir. Eğer böyle bir kontrol mekanizması varsa bile, şu ana kadar kimse bu mekanizmayı bulmayı başaramamıştır.⁶³ Bunun yerine, pişmiş yemeklerin beynimizin büyümesine olanak tanıdığı hipotezini ortaya atan Richard Wrangham'ın da (2. Bölüm) aralarında bulunduğu üç bilimci kısa bir süre önce bu olaya farklı bir açıklama daha getirmiştir.⁶⁴

Ortaya attıkları hipotez evcilleştirme sendromunun hayvanlara kazandırdığı tüm özelliklerin genetik bir ana şalter aracılığıyla değil, bunun yerine embriyonik gelişim safhasının ortak bir basamağıyla birbirlerine bağlı olduğudur. Omurgalı hayvanların embriyoları gelişim sürecindeyken evcilleştirme sendromu özelliklerinin ortaya çıkması doğrudan veya dolaylı olarak nöral taç olarak adlandırılan tek bir kaynak tarafından sağlanan hücrelere bağımlıdır. Gelişmekte olan bir embriyonun başından başlayıp omuriliğinin üzerinden geçerek kuyruğuna kadar uzanan nöral taç beynin, pigmentleri oluşturulan hücrelerin, agresif davranışları etkileyen böbreküstü bezlerinin ve evcilleştirme sendromuyla ilişkili diğer hücrelerin ve organların inşa edilmesi

veya inşa edilmesinin kontrol edilmesi için gerek duyulan hammaddeyi sağlayan kök hücrelerini barındırır.

Nöral taç hipotezi, böbreküstübezlerinin agresif davranışları kontrol ettiği gerçeğine bağlı olarak, evcilleştirme sürecinde seçilen nispeten daha uysal hayvanların, popülasyon içinde, daha ufak böbreküstü-bezleri üreten genlere sahip yüzdeyi temsil ettiğini ileri sürer. Böbre-küstübezlerin boyutlarını, dolayısıyla hayvanların ne kadar agresif olduklarını belirleyen genler, bunu nöral tacın barındırdığı hücrelerin sayısını etkileyerek dolaylı yoldan kontrol eder. Dolayısıyla bu hipoteze göre yetiştiriciler bir sonraki nesili üretmek için nispeten daha uysal hayvanları seçtiklerinde, aslında nöral taçlarında kalıtsal olarak daha az sayıda hücre bulunan hayvanları seçmektedir. Evcilleştirme sendromunun kazandırdığı tüm özellikleri birbirine bağlayan ve tüm bu özelliklerin bir arada evrimleşmesini sağlayan şey nöral tacın barındırdığı hücrelere bağımlılıktır.

Nöral tacın barındırdığı hücrelerin sayısının, her biri küçük bir etki yaratan, çok sayıda farklı gen tarafından kontrol edildiğine inanılır. Evcilleştirme sendromunu kontrol eden tek bir ana genin

henüz bulunamamış olmasının nedeni de yüksek ihtimalle budur: Böyle bir gen yoktur. Eğer nöral taç hipotezi doğruysa, evcilleştirme sürecinde gözlemlenen kıvrımlı kuyruklar, alacalı deri ve sarkık kulaklar gibi değişimlerin çoğunun, ana olayın yani uysal davranışlar temel alınarak yapılan yapay seçilimin rastlantısal yan ürünleri oldukları anlaşılmına gelir. Bu fikrin doğru olup olmadığını söylemek için henüz çok erken olsa da Darwin'in ilk defa 1868'de evcilleştirme konusunda kaleme aldığı ve bu sendromun niçin var olduğunu titizlikle anlattığı kitaptan bu yana konuya ilişkin farklı bir hipotez ileri sürülmemiştir.

Yediğimiz ete tadını veren evrime ait bu kadar çok iz olduğunu kim bilebilirdi? İzin verin bu bölümde anlattıklarımı özetleyip sonuca geleyim. Et yeme alışkanlığımızın temelleri insan türünden, hatta *Homo* cinsinden de eskilere dayanır. Bunu bağışsak kurtlarından edindiğimiz bilgiler sayesinde biliyoruz ve elde edilen fosil bulgular da bu bilgileri destekler nitelikte. Ancak Ohalo II'de bulunan bitki kalıntıları Son Buzul Maksimumu'nda yaşamış bazı avcı toplayıcıların hayatlarını yalnızca et yiyecek idame ettirmediklerini açıkça gösterir. Aynı

şekilde, günümüzde yaşayan avcı toplayıcılar da hayatlarını bu şekilde idame ettirmez.⁶⁵ Görünüşe bakılırsa, yabani av eti stoğunun insan nüfusunun artmasına bağlı olarak azalması, belki de değişen iklim şartlarının bu duruma katkıda bulunması Güneybatı Asya’da, Çin’de ve başka bölgelerde yaşayan insanları çeşitli bitkileri yetiştirmeye ve hayvanları evcilleştirmeye zorlamıştır.

Günümüzde çiftlikler gezegenimizin dört bir yanından toplanmış evcilleştirilmiş hayvanların bir arada bulunduğu hayvanat bahçelerine dönüşmüştür. Hayvanları dünyanın her köşesine nakledip, sütlerini sağıp, öyle yerleşik bir kalıba soktuk ki domuzlar ve köpekler gibi birbirinden çok farklı hayvan türlerini, alacalı kürkler ve sarkık kulaklarla insanlar tarafından yeniden yaratıldıklarını gösterecek şekilde damgalayan evcilleştirme sendromunun ortaya çıkmasına neden olduk. Evcilleştirme sendromunun neden olduğu tekdüzeliğe rağmen, çiftliklerde ve bahçelerde yetiştirilen sayısız bitki türünü de hesaba kattığımızda insanın beslenme düzenini en iyi tanımlayan kelimenin çeşitlilik olacağına şüphe yoktur. Bunun en iyi göstergesi de yediğimiz sebze türlerinin çeşitliliğidir.

8* SEBZELER

Çeşitlilik

İnsan öncesi atalarımız vejetaryendi ama biz günümüzde onların hayal bile edemeyecekleri kadar çok bitki türü tüketiyoruz. 4000'den fazla bitki türünü¹ besin olarak veya yiyeceklere tat katmak için kullanıyoruz, bu bitkilerin çoğu bitki yiyen türlere karşı korunmak için evrimleşerek zehirli kimyasal savunma mekanizmaları geliştirmiş olsa da. “Et birine yarar ötekine zarar,” deyimi “Sebze birine yarar ötekine zarar,” olsaydı daha doğru olurdu. Taze et nadiren insanları zehirler, ancak sebzeler, en azından doğadaki sebzeler neredeyse her zaman zehirlidir. Gorillerin ve şempanzelerin geniş kapasiteli sindirim sistemine sahip olmasak da sahip olduğumuz iki teknoloji, beslenme düzenimizde yer alan çok çeşitli bitki türünü türümüz için yenilebilir kılar: yemek pişirme ve bitkileri evcilleştirme.

Pişirme işlemi yalnızca yiyecekleri yumuşatmakla kalmaz, ayrıca toksik maddeleri de dayanılabilir bir hale getirir. Örneğin Meksika fasulyeleri doğada kendisine saldıran böceklerden ve mantarlarından korunmak için zehirli lektinler içerir.² Meksika fasulyelerini kaydattığımızda bu lektinler etkisiz

hale gelir; ancak Meksika fasulyelerini kaynama noktasına ulaştırmadan uzun süreler boyunca düşük ısılarda lektinleri etkisiz hale getirmeden pişirdiğimizde fasulyeler yumuşar ama zehirli bir etki yaratabilir.³ Fasulyenin evcilleşmesi kuru fasulye, barbunya, börülce ve taze fasulye gibi zehir etkisi yaratabilecek miktarlarda lektin içermeyen çok sayıda yeni türün ortaya çıkmasına yol açmıştır.

Yabani bitkilerin, kendi ortamlarına ve ihtiyaçlarına adapte olmuş, bizimse evcilleştirme yoluyla kendi çıkarımız doğrultusunda

değiştirdiğimiz özellikleri var. Örneğin yabani patatesler uzunlukları bir metreye ulaşan, bazen daha da uzun olabilen yeraltı filizlerinin üzerinde erik veya bezelye ebadında yumrular oluşturur. Doğal seçilimin yabani patateslerde çevreye yayılan bitkileri kayırdığı açıktır. Bu yüzden bu bitki enerjisinin çoğunu büyük yumrular yerine uzun yeraltı filizleri oluşturmak için harcar. Yapay seçim sayesinde yabani patateslerin bu özelliğini kendi çıkarlarımız doğrultusunda değiştirip, yetiştirdiğimiz türlerin kısa yeraltı filizleri üzerinde, bitkinin hemen altında yer alan, kolayca kazıp çıkarabileceğimiz büyük ebatlı yumrular üretmesini sağladık.

Yapay seçim, tıpkı hayret verici çeşitlilikte yaşam formunun oluşmasını sağlayan doğal seçim gibi, hammadde olarak yalnızca kalıtımsal varyasyonları kullanarak mucizeler yaratabilir. Mesela bitki ıslahçı-larının Kuzey Avrupa'nın kıyılarında yetişen, yabani otlara benzeyen ve yenilmez gibi görünen yabani lahanadan neler yaratmayı başardıklarını düşünün. Pek de gelecek vaat ediyormuş gibi durmayan bu başlangıç noktasından yola çıkan ve genetik bilimi veya evrim hakkında hiçbir şey bilmeyen isimsiz bahçıvanlar tarafından yüzyıllar boyunca yapay seçilime uğratarak yetiştirilen bu bitkiden (Mark Twain'in, "Üniversite mezunu bir lahanadan farkı yok," diye tanımladığı) karnabahar, brokoli, brüksellahanası, alabaş, karalahana ve büyük yapraklara ve başlara sahip dev lahanalar üretilmiştir. Hatta Fransa'nın Breton bölgesinin kıyılarına yakın Manş Adaları'nda, sapları baston yapacak kadar uzun ve dayanıklı olan ve eskiden sırf bu amaçla yetiştirilen farklı bir lahana⁴ türü de bulunur.

Hem doğal seçilimin hem de yapay seçilimin etkileri oldukça yavaş ortaya çıkar ancak yapay seçim çok daha hızlı bir değişim

yaratabilir. Evcilleştirilmiş domatesin yabani atası, tohumları kuşlar tarafından etrafa yayılan ufak meyvelere sahipti ancak *beefsteak* gibi günümüzde yetiştirilen en büyük domates türleri bunlardan yüz kat daha fazla büyük meyveler verebilir. Dr. Hand adında Baltimorelu amatör bir yetiştirici, domateslerin ebatlarının büyümesine ve kalitesinin artmasına yol açan büyük bir atılım yaparak, 1850’de başlattığı bir melezleme ve seçilim programı sayesinde yirmi yıldan biraz daha uzun bir sürede Trophy adı verilen mükemmel bir tadı olan, devasa ebatlı, etli bir domates türü üretmiştir. 19. yüzyılda yaşamış yetiştiricilerin haberdar olmadığı genetik bilimi sayesinde artık Trophy⁵ türünün ve diğer geleneksel türlerin nasıl üretildiğini, en azından prensipte biliyoruz.

Domateslerin evcilleştirilmesine ve geliştirilmesine olanak tanıyan hammaddeyi sağlayan genetik varyasyonlar insanlar tarafından kullanılmadan evvel yabani popülasyonlarda mevcuttu. Domatesler ilk evcileştirmede ve bunun ardından sağa sola nakledilmeleri esnasında en azından üç genetik darboğazdan geçmiş ve elde her seferinde domateslerin genetik çeşitliliğinin yalnızca ufak bir numunesi

kalmıştır. Meksika’da evcilleştirilen ilk domatesler yabani popülasyonlarda mevcut bulunan genetik çeşitliliğin yalnızca ufak bir kısmını barındırıyordu. Sonrasında 6. yüzyılda Meksika’dan Avrupa’ya taşındıklarında, domateslerin yalnızca ufak bir kısmı bu uzun yolculuğu tamamlayabildi ve Avrupa’da yetiştirilen türler Amerika’ya geri götürüldüğünde bu seyreleme tekrarlandı. Bu darboğazlar yüzünden, evcilleştirilmiş domateslerin genetik çeşitliliği yabani türlerdeki çeşitliliğin yüzde 5’inden daha düşük bir seviyeye indi ama bu kadar düşük seviyelere inen genetik çeşitlilik bile yapay seçilimle olağanüstü değişiklikler yapılması için yeterli miktarda hammaddeyi içinde barındırıyordu.⁶

Domates genomu üzerinde yapılan analizler, yalnızca bir avuç genin, Dr. Hand’in başarılarından sorumlu olduğuna işaret eder.⁷ Dr. Hand bu sonucu bitkiler arasındaki genetik çeşitliliği yeniden düzenleyerek elde etmiştir ya da onunla aynı dönemde yaşayan birinin deyimiyle büyük boy, şekilsiz bir domatesin cüssesini, küçük bir domatesin yuvarlak kabuğunun içine sığdırmayı başarmış ve, “sonrasında dikkatli seçimler yaparak, yıldan yıla boyutlarını ve içeriğinin sertliğini artırmıştır.”⁸ Evcilleştirme

işlemi, seçilimin diğer genlerin işlevlerini kontrol eden tek bir genin üzerine etki ettiği durumlarda, sıklıkla tarım ürünlerinde büyük değişimlerin meydana gelmesine yol açmıştır.⁹ Düzenleyici genler aynı anda birçok müzisyenin temposunu ve zamanlamasını yöneten orkestra şeflerine benzer. Yapay seçimle gen orkestrasının tamamının tek bir orkestra şefi aracılığıyla yönetilmesi her müzisyenle ayrı ayrı ilgilenilmesinden çok daha kolaydır.

Trophy domatesi ilk ortaya çıktığı 1870'te o kadar çok talep gördü ki, yirmili paketler halinde satılan tohumları 5 dolara kadar müşteri buldu. Bu meblağ günümüzde tohumların paketinin 100 dolara veya tanesinin 5 dolara alıcı bulmasıyla eşdeğerdir. Trophy domatesinin tohumlarını satan, Albay Waring olarak bilinen bahçıvan kısa sürede bir servet kazanmıştır. Kendisine gönderilen 1,13 kg ve üzeri her domates için 5 dolar, ayrıca gönderilen en büyük ebatlı Trophy domatesi için de 100 dolar ödül vereceğini açıklamıştır. Daha sonra kazananların tüm ürününü satın alarak tohumlarını yeniden satmıştır. Böylesine dâhiyane bir pazarlama stratejisi geliştirmesi ve ödüllü yetiştiricilerden en iyi tohumları tedarik etmesi, Trophy domatesinin büyük

bir hızla yayılmasına yol açmıştır. Ancak evrim nadiren olduğu yerde sayar, özellikle de hevesli yetiştiricilerin eline düştüğünde. Trophy domatesi o kadar çok yapay seçilime uğratılmış ve o kadar çok melezlenmiştir ki tohum tedarikçileri 20 yıl içinde artık orijinal türün tohumlarını bulamadıklarından yakınmaya başlamıştır. Trophy'nin geriye bıraktığı genetik miras kendisinden üretilen yüzlerce yeni türün içinde varlığını sürdürmektedir.

Modern ticari ıslah tekniklerinin uygulanmaya başlamasından önce, geleneksel yöntemlerle üretilen *heirloom™* türlerin çeşitliliği bitkilerin yerel şartlara ayak uydurmak için geçirdikleri adaptasyonlar ve Dr. Hand gibi yetiştiricilerin kendilerine özgü tercihleri doğrultusunda oluşmuştur. Doğada yaklaşık bir düzine kadar yabani domates türü vardır ancak günümüzde yetiştirilen domateslerin atası *Solanum lycopersicon* evcilleştirilen tek türdür ve görünüşe bakılırsa bu bitki günümüze dek yalnızca bir kere evcilleştirilmiştir. Bu yabani türün anavatanı And Dağları'dır ancak anlaşılan o ki bu tür bitki evcilleştirme konusunda uzman yerli halk tarafından gözardı edilmiştir. Bunun yerine yabani domates muhtemelen yabani bir ot olarak kuzeye doğru

yayılmış ve Meksika’da Maya halkı tarafından evcilleştirilmiştir.¹¹ Kiraz büyüklüğünde meyveleri olan yabani domatesler günümüzde de Meksika’da kendiliğinden yetişen ve arzu edilen bir yabani ottur. Çiftçiler bu bitkiyi planlayarak yetiştirmese de kendi başına bir tarlada bittiğinde lezzet dolu küçük meyveler verdiği için çiftçiler tarafından korunmuştur.¹² Bu uygulamanın bitkinin evcilleşme sürecini başlatmış olabileceği düşünülmektedir. Domatesin hangi tarihte evcilleştiği bilinmese de 16. yüzyılda, İspanyol rahip Bernardino de Sahagún, Tenochtitlán’da (Mexico City) kurulan bir Aztek pazarında birçok farklı *tomatl*¹³ (“domates” adının türetildiği Nahuatl dilindeki kelime) türü gördüğünü yazmıştır: “... büyük domatesler, küçük domatesler, yapraksı domatesler, tatlı domatesler, yılan şeklinde iri domatesler, meme ucu şeklinde domatesler,” ve parlak kırmızıdan en koyu sarıya kadar değişen renklerde domatesler. Aztekler sonunda domates ve biberden yapılan bir yemeğe dönüşeceklerini söyleyerek İspanyol işgalcilerle alay etmiştir.

Coğrafi koşullar sebzelere çeşitlilik katar. Yetiştiriciler bulundukları konumun şartlarına ve kendi zevklerine uygun özellikleri ön planda tutarak

seçim yaptıkları için sürekli olarak yeni yerel türler evrim-leşir. Bu farklı türlerin kendilerine has bazı özellikleri çoğu zaman yetiştiricilerinin kişilikleri, tercihleri ve ilk yetiştirildikleri yerler hakkında ipuçları veren isimlerinden de belli olur. Örneğin Almanya'dan gelen Aunt Ginny's Purple [Ginny Teyze'nin Moru] pembe renkli, iri meyveli bir domatestir ve satışının yapıldığı websitesine göre bu tür, Indianapolisli bir aile tarafından başarılı bir şekilde yirmi beş seneyi aşkın bir süredir yetiştirilmektedir. Gertie Teyze ve Ruby Teyze türleri de Ethel Watkin's Best [Ethel Watkin'in En İyisi], John Lossaso's Low Acid Ruby [John Lossaso'nun Düşük Asitli Yakutu], Middle Tennessee Low Acid [Düşük Asitli Orta Tennessee] ve Missouri Pink Love Apple [Missouri'nin Pembe Aşk Elması] gibi türlerin tohumlarıyla birlikte önceki kuşaklardan kalan domateslerin tohumlarının satışa sunulduğu websitesinde yer almıştır. Bilindik meyve ve sebzelerin neredeyse tümü insan yaratıcılığının, bitki çeşitliliğinin ve üretildikleri yörelerin bileşimine atıfta bulunan, benzer bir şiirsel isimler antolojisine sahiptir.

Yabani domatesin anavatanı And Dağları ve bu

bitkinin evcilleştiği Meksika birçok yeni tarım bitkisinin evrimleşmesine ev sahipliği yapmış önemli bölgelerdir. Yüksekliği ortalama 3000 metrenin üzerinde olan And Dağları dünyanın en yüksek ikinci sıradağlarıdır. And Dağları'nın doğu kanatlarında bulunan ve Alpler'deki iklim şartlarına sahip tepeleri, Peru'da alçalarak yerlerini bulut ormanlarına, daha sonra da Amazon havzasının düz yağmur ormanlarına bırakır, batı kanatlarında yer alan tepeler de alçalarak kıyı şeridindeki çölle buluşur. Yüksek irtifa, sarp kayalık uçurumlar, aşırı ısı değişiklikleri ve yağış bölgede insanların yaşaması ve bitkilerin evcilleşmesi için uygun şartlar sağlamıyormuş gibi görünse de doğal bitki çeşitliliği üzerinde uygulanan yapay seçilim bu zorlukları aşmayı başarmıştır. İspanyollar 1535'te Peru'yu işgal ettiklerinde, bölgede en azından 70 tarım ürünü yetiştirilmekteydi.¹⁴ Bu sayı Bereketli Hilal'de veya Asya'da yer alan evcilleştirme merkezlerinde yetiştirilen bitkilerin sayısından hatırı sayılır düzeyde fazladır.

Türümüzün Afrika'dan çıkarak dünyaya yayıldığı büyük göçte (3. Bölüm), insanlar Kuzey Amerika'ya ilk defa 16-17 bin yıl önce, kıyı şeridindeki buzların erimesinden kısa süre sonra muhtemelen

Bering Kara Köprüsü'nün kıyılarından geçerek girmiştir.¹⁵ Kara köprüsünün açılmasından sonraki 2000 yıl içinde, Pasifik kıyılarını takip ederek ilerleyen gezginler Güney Amerika'ya kadar ulaşmıştır. Kıyı şeridi boyunca takip ettikleri güzergâhın büyük kısmı son buzul çağının sona ermesinden sonra yükselen deniz sularının altında kalmıştır, ancak daha iç kesimlerde kurulan bazı kıyısal yerleşim alanlarının kalıntıları bulunmuştur.

Bu yerleşim alanlarının en eskisi Güney Orta Şili'de bulunan Monte Verde'de yer alır. İnsanlar bu yerleşim alanını 14.600 yıl önce mesken edinmiştir; bu tarih, o dönemde geniş çevrelerce kabul görmüş Kuzey Amerika'nın 11 bin yıl öncesine kadar keşfedilmemiş olduğu görüşüyle çeliştiğinden arkeologlar arasında hararetli tartışmalara neden olmuştur.¹⁶ Monte Verde'de bulunan kalıntılar bize burada yaşayan insanların file benzeyen, soyu tükenmiş bir memeli türü olan gom-foterleri ve yine soyu tükenmiş paleolamaları avlayarak karınlarını doyurmak için deniz kenarından dağların eteklerine kadar çok geniş bir alanı taradıklarını gösterir. Buranın yerlileri, bölgede yaşayan insanların günümüzde de yaptıkları gibi, hem yiyecek hem de ilaç olarak

kullanmak için deniz yosunu ve bir çukur içinde depolanmış halde bulunan yabani patatesler (*Solanum maglia*) de dahil bölgede yetişen 50 farklı bitki türünü toplamıştır.¹⁷ Yabani patatesler Monte Verde'den çok daha yüksek rakımlarda yetişir, bu yüzden buradaki patatesler uzaklardan toplanmış veya takas edilmiş olmalıdır.

İnsanların yaşam tarzları Güney Amerika kıtasının Pasifik kıyılarına ayak basmalarından sonraki 2000 yıl boyunca yavaş bir şekilde değişmiş, Monte Verde'de kanıtlarına rastlanan avcı toplayıcı yaşam biçimi yerini giderek bahçıvanlığa daha bağımlı, daha yerleşik bir yaşam biçimine bırakmıştır. Bu değişim And Dağları'nın Peru'nun kuzeyinde yer alan eteklerinde ve kıyı ovalarında keşfedilen 600'e yakın kazı sahasındaki arkeolojik kayıtlar aracılığıyla titizlikle takip edilmiştir.

Arkeolojik kazı sahalarından birinde bulunan kabak (*Cucurbita mosc-bata*) tohumları, kabağın bölgede, günümüzden yaklaşık 10.500 sene önce evcilleştirilen ilk sebze olduğunu gösterir. Bu tohumların yabani bir kabak türüne ait olmaları ihtimal dahilindedir ancak yabani kabaklar yenilemeyecek kadar acı olduğundan, bu tohumların evcilleşmiş bir

kabak türüne ait olma olasılığı yüksektir. And Dağları'nda yaşayan insanların ne yediklerini gösteren ilk kesin bulgular, bundan 2500 yıl sonrasında, diş taşlarının içinde kalan nişasta zerrecikleriyle gelir. Günümüzden 8000 yıl önce, Peru sınırlarının içinde kalan And Dağları'nın batı yamaçlarının alt kısımlarında yer alan Nanchoc vadisini mesken edinen insanlar, vadiye kurdukları çok sayıda küçük yerleşim alanında yerfıstığı, kabak, fasulye ve manyok kökü (cassava) yemiştir.¹⁸ O döneme kadar evcilleşmiş olduğunu varsaydığımız kabak haricinde bu bitkilerin hiçbiri bölgede yabani olarak yetişmemiştir ve bu yüzden bu bitkileri burada yaşayan insanlar yetiştirmiş olmalıdır. Sahalarda bulunan yerfıstıklarının yabani fıstıklar gibi ufak olması, bu bitkinin o dönemden kısa bir süre önce evcilleştirilmiş olabileceğine işaret eder. Yerfıstığı, mısır, ayçiçeği, bezelye ve fasulye gibi evcilleştirilmiş bitkilerin tohumları yapay seçilime maruz bırakıldıklarında, genel bir kural olarak, zaman içinde giderek irileşirler.

Vadideki yerleşim alanlarında bulunan bitkisel kalıntılara ek olarak, And Dağları'nın yaylalarında evcileşen önemli bir tahıl olan kinoa ve Ekvador ve Kuzeybatı Peru'nun kıyısal bölgelerindeki

ovalarda evcilleşmiş pamuğu da listeye ekleyebiliriz.¹⁹ Diş kayıtları Nanchoc halkının menüsünde yer alan yetiştirilmiş bitkilerin, doğadan toplanan yabani bitkilerle, özellikle de pacay (*Inga feuillei*) denilen ağaçta yetişen, tatlı ve beyaz bir öze sahip, yenilebilir bakla şeklindeki meyveyle desteklendiğini gösterir. Ağaçlarda yetişen meyvelerin tümü nişasta içermez ve nişasta içerenlerin bazılarında da meyvelerin türünün anlaşılması için yeterli olmayan nişasta zerrecikleri bulunur. Bu yüzden diş taşları bize insanların diyetlerine dahil ettikleri tüm bitkilerin kapsamlı bir listesini sunmaz. Diş taşı kalıntılarından yola çıkarak o dönemde yaşayan insanların yediklerine emin olduğumuz bitkilerin listesine, daha sonraki tarihlerde ekildiğini bildiğimiz ve muhtemelen Nanchoc vadisinde de yetiştirilip yenmiş bir dizi bitkiyi daha ekleyebiliriz. Bu bitkilerin arasında guana-bana, hintayvası, guava, naranjilla ve lupin fasulyesi gibi evcilleştirilmiş ağaç meyveleri de yer almaktadır.

Atalarımızın diş temizliğine gereken özeni göstermemeleri ve mutfakta titiz davranma alışkanlığına sahip olmamaları arkeologları ne kadar memnun ediyor olmalı! Diş taşları ve ayak altında

çiğnenmeleri sonucu antik evlerin zeminlerine işleyen bitki kalıntıları olmadan, 8000 yıl önce Nanchoc vadisinde yaşayan çiftçilerin çok çeşitli yiyeceklerden oluşan dengeli bir diyetle beslendiklerini ve Güney Amerika'nın dört bir yanından gelen bitkileri yetiştirdiklerini bilemezdik: tropikal güneyden gelen yerfıstıkları, kurak iklimin hâkim olduğu kuzeybatıdan gelen pamuk, Amazon yağmur ormanlarından gelen manyok ve And Dağları'nın tepelerinden gelen kinoa gibi. Ayrıca Amerika kıtasının bölgelerini birleştiren bu mutfak hakkında edindiğimiz bilgilerin sonucunda yapabildiğimiz olağandışı çıkarımlar da bizim için bu kadar aşikâr olmazdı. Tüm bu tarım bitkilerinin bu vadiye birleşmesi her birinin önceden doğal olarak yetiştikleri ayrı ayrı yerlerde evcilleşmiş olması gerektiği anlamına gelir. Bu da bize Bereketli Hilal'de tarıma geçiş yapılan dönemle aşağı yukarı aynı zamanlarda yetiştiriciliğin Güney Amerika'da yaygın olduğunu gösterir.

Anavatanı Peru dışında da herkesin yakından tanıdığı bir bitkinin Nanchoc vadisinin menüsünde yer almaması dikkat çekicidir. Bu bitki patatestir. Patatesin Nanchoc vadisinde yetiştirilmemesinin nedeni mutlaka bu bitkinin And Dağları'nın

nispeten soğuk iklim şartlarına sahip yüksek kesimlerinde daha iyi yetişmesi olmalıdır. Gerçekten de patatesin soğuk, ıslak iklim şartlarında yetiştirilmeye uygun bir bitki olması Avrupa'nın kuzeyine götürüldüğünde olağanüstü bir başarı elde etmesinde önemli bir rol oynamıştır. Patates günümüzde mısır, buğday ve pirinçten sonra en önemli dördüncü temel gıda ürünüdür.

Dünyanın dört bir yanında yetiştirilen tüm patatesler, anavatanı And Dağları olan ve And Dağları'nın yüksek kesimlerinde, Peru ile Bolivya'nın sınırları üzerinde yer alan Titicaca Gölü'nün yakınlarında kültürlenmiş *Solanum candolleianum* adlı tek bir yabani türün soyundan gelen, *Solanum tuberosum* adı verilen evcilleştirilmiş bir türe aittir.²⁰ Ancak And Dağları'nın vadilerinde ve tepelerinde yüzden fazla yabani patates türü yetişmektedir. Doğal çeşitliliğin bu kadar zengin olması dağlık bölgelerde sıklıkla görülen bir olaydır çünkü dağlık bölgeler canlıların yerel şartlara adapte olarak evrimleşmelerini zorunlu kılan çok çeşitli doğal ortamlar barındırır. Her vadi, bulunduğu rakıma ve baktığı yöne göre farklılık gösteren birçok mikroiklime sahiptir. Toprakların nem içeriği büyük

oranda farklılık gösterir ve bazı yerler kurakken, bazıları çok ıslak olabilir. Tüm bu etkenler bir araya geldiğinde doğal seçilimin türlerin yerel şartlara adapte olarak bir bölgeden diğerine farklılık gösteren po-pülasyonlar oluşturmalarına yol açan çok sayıda eşsiz mekân yaratır. Polen taşıyan böceklerin kolayca aşamadıkları yüksek tepelerin arasındaki derin vadilerde mahsur kalan bitki popülasyonları, milyonlarca yıl boyunca kendi hallerine bırakıldıklarında farklı türlere ayrılır.

And Dağları'nın yerli halkları 107 yabancı patates türünden yalnızca bir tanesini değil, en az dördünü evcilleştirmiştir ve günümüzde Güney Amerikalı çiftçiler tarafından yetiştirilen 3000'den fazla yerel patates çeşidi olduğu tahmin edilir.²¹ Bahsi geçen evcilleşmiş türlerden biri *Solanum hydrothermicum*'dur²² ve bu bitki diğer patates türlerinin yetişmeyeceği kadar kurak bir iklimden gelir. Bu tür dünyanın dört bir yanındaki kurak bölgelerde ticari kâr edilebilecek şekilde yetiştirilebilir. Diğer taraftan *S. ajanhuiri* türü çok soğuk ve rüzgârlı bir ortamda, Titi-caca Gölü'nün etrafını saran bölgenin 3800 ila 4100 metre yükseklikte bulunan tepelerinde yetişir ve *S. tuberosum* hasadının verimsiz

olduğu yıllarda bu bölgede güvenilir bir şekilde ürün verir.

Yabani patatesler evcilleşmiş patateslerin çok sayıdaki doğal düşmana karşı direnç sağlamalarına olanak tanıyabilecek genleri barındıran önemli bir kaynaktır. Andların daha sıcak ve kurak bölgelerinde yetişen türler yaprak böceklerine karşı daha dayanıklıyken soğuk ve nemli bölgelerde yetişenler yaprak bitlerine karşı direnç gösterir.²³ *Solanum berthaultii* adı verilen yabani bir tür, üzerinde yürüyen bir böceğin yaprak tüylerini koparması sonucu reçineli bir tutkal salgılayarak sinekkâğıdı kadar yapışkan yapraklara sahip olur. Diğer yabani patates türleri *Phytophthora infestans* adı verilen fungal hastalık etmeninin neden olduğu patates mantarına direnç gösteren genlere sahiptir.²⁴ Bu 1840'larda, yoksulluk ve aşırı nüfusla birleşerek, İrlanda'da bir milyon kişinin ölümüne ve bir milyon kişinin de ülkeden kaçmasına yol açan patates kıtlığına neden olan patojendir.²⁵ *Phytophthora infestans* zamanla evrimleşerek modern zamanlarda kendisine karşı kullanılan mantar ilaçlarına karşı direnç kazanmıştır ve patates mantarı dünya çapındaki patates, ayrıca it üzümü familyasında yer alan domates gibi diğer bitkilerin

üretimi için hâlâ büyük bir tehdit oluşturmaktadır.²⁶

Yabani patatesler birçok sebzenin atası gibi zehirlidir ve bu bitkilerin evcilleşmesi, barındırdıkları toksik maddelerin azaltılmasını gözeterek seçilime maruz bırakılmalarını ve bu bitkileri daha yenilebilir kılmak için yeni işleme yöntemlerinin geliştirilmesini gerektirmiştir. Işık zehirli olmayan sıradan patateslerde glikoalkaloit adı verilen acı ve zehirli toksinlerin üretimini tetikleyerek bu bitkilerin zehirleyici özellik kazanmasına yol açar. Neyse ki ışığa maruz kalan patateslerin kabukları klorofille, uyarı niteliği taşıyan yeşil bir renge bürünür ve zehir içeren patatesler bu yeşil renk sayesinde kolayca ayırt edilerek toksik etki gösteren dış katmanları soyularak tüketilebilir.

Peru'da, 4000 metre ve üzerindeki rakımlarda yalnızca acı patatesler yetişir ve bu patatesler geleneksel yöntemlerle işlenip dondurularak kurutulmuş, *chuno*¹⁷ adı verilen, acı olmayan bir ürüne dönüştürülür. Acı patatesler içerdikleri toksik maddelerden arındırılmak için birkaç gün boyunca geceleri dondurucu gece soğuklarında bekletilir ve sonrasında içerdikleri glikoalkaloitlerin süzülerek

giderilmesi için bir ay boyunca su dolu bir çukurun içinde veya bir dere yatağında tutulur. Bundan sonra bir gece boyunca dondurularak kurutulurlar, içlerindeki su çıksın diye ayakla ezilir ve sonunda yere serilerek 10-15 gün güneşin altında kurumaya bırakılır. Bu sürecin sonunda elde edilen kurutulmuş *chuno* gerek duyulduğunda kullanılmak üzere sonsuza dek saklanabilir.

İnkalar nüfuslarının ihtiyaçlarını üç yıldan yedi yıla kadar değişebilecek süre boyunca karşılayacak miktarda *chuno* ve tuzlanarak kurutulmuş et depolamıştır. Bu besin deposu İnkaların imparatorluklarına ve ordularına değişken iklim şartlarına ve bu iklim şartlarının kaçınılmaz bir sonucu olan doğal afetlere karşı iyi bir gıda güvencesi sağlamıştır. Peru'nun yüksek kesimlerinde yaşayan insanlar, tarım ürünleri hasadının verimsiz olduğu yıllarda, hayatlarını idame ettirebilmek için yine *chuno*'ya bel bağlayabilmektedir. Inka imparatorluğu Kolombiya'nın güneyinden Şili'nin Santiago şehrine kadar And Dağları boyunca 4000 kilometrelik bir alanda uzanıyordu. İnkalar MS 1400 civarında başa geçtiklerinde, fethettikleri çeşitli And halklarının bahçıvanlık konusunda binlerce yıllık bir süre zarfında

elde ettikleri deneyimlerin ve katettikleri gelişmelerin üzerine ekleme yaparak bu alanda daha da fazla ilerleme kaydetti.

İnkalar gıda maddelerinin güce eşit olduğunu ve bunun en önemli kaynağının güneş olduğunu açık ve net bir şekilde anlamıştı. Manco Câpac Hane-dam'nın kurucusu babasının güneş, annesinin de ay olduğunu ilan etmişti. İhtiyaç fazlası tarım ürünlerini taş ustalarından oluşan bir orduyu beslemek için kullanan Manco Câpac, imparatorluğunun başkenti Cusco'da bir Güneş Tapmağı inşa edilmesi için emir verdi. İspanyollar bölgeye geldiklerinde, iç içe geçen iri taş bloklardan oluşan, dış tarafı som altından frizlerle süslenmiş ve yine som altınla kaplı bir girişi olan devasa bir duvarla karşılaştılar. İçerideki mabetlerin arasında, gerçeğe uygun boyutta yapılmış, üzerinde altın koçanlar bulunan gümüş saplı mısır heykelleriyle donatılmış, güneşe adanmış bir bahçe buldular. Bu bahçeye aslına uygun boyutlarda altından yapılmış patatesler serpiştirilmişti.

İnkalar idari yeteneklerini ve muazzam güçlerini kullanarak tarım teknolojilerini ve evcilleşmiş bitkileri, imparatorluklarının her yanına bilinçli bir şekilde yaymıştır. İnkalar yönetimlerine karşı

ayaklanmaların çıktığı yerlerde binlerce insanı zor kullanarak, yetiştirdikleri yerel bitki çeşitleriyle beraber, yönetime sadık kalarak yaşamlarını sürdürebilecekleri yeni bölgelere yerleştirmiştir.²⁸ Tarım ürünlerinin belirli çevresel koşullara uyum sağladığını anlamış olan İnkalar, insanları evlerinden sürerken aşına oldukları tarım ürünlerini yetiştirmeye devam edebilmeleri için evlerindeki benzer çevre şartlarına sahip yerler seçmiştir.

İnka İmparatorluğu'nun uyguladığı pasifleştirme politikalarının etkileri yetiştirilen tarım ürünlerinin, imparatorluğun dört bir yanına yayılmasına yol açmıştır. Yetiştirilen sebzelerin çeşitliliği hem gıda stoklarına hem de imparatorluğa, yalnızca patatese bağımlı olan İrlanda'nın ne yazık ki sahip olmadığı bir direnç kazandırmıştır. And Dağları'nda yetiştirilen dört patates türüne ek olarak, neredeyse 20 farklı kök bitkisi daha evcilleştirilmiştir ve bu bitkiler Peru'nun dışında bilinmese de buradaki yerli çiftçiler tarafından günümüzde de hâlâ yetiştirilir.²⁹ *Oca* (*Oxalis tuberosa*) buruşuk, güdük yumrulara sahip, alışılmadık biçimde dayanıklı bir bitkidir ve Peru'yla Bolivya'da, 3000 metrenin üzerinde yaşayan çiftçilerin temel gıda ürünlerinden

biridir. Bu bitkinin yumruları parlak kırmızı, pembe, sarı ve mor renklidir. Peru'ya özgü diğer birkaç sebze gibi bu bitkinin de acı ve tatlı çeşitleri vardır. Tatlı kökler çiğ veya pişirilerek yenilebilir ve kurutulduklarında tatları incire benzer. Bu bitkiler ilkin Yeni Gine'de evcilleştirilen şeker kamışının İspanyol işgalinden kısa süre sonra bölgeye götürülmesine dek tatlandırıcı olarak kullanılmıştır. Acı *oca* bitkisi dondurularak kurutulduktan sonra *chuno* gibi depolanıp tüketilebilir.

Andlar'da kurulan pazarlarda karşımıza çıkabilecek soğuğa dayanıklı bir başka kök bitki de benekli şekerlemelere benzeyen çeşitleri de dahil çok sayıda farklı göz alıcı rengi ve mumsu bir kabuğu olan *ulluco* (*Ullucus tuberosus*) yumrularıdır. Ilıman iklim koşullarının hâkim olduğu bölgelerde yaşayan bahçıvanlara tanıdık gelebilecek iki çiçek türü de anavatanları Peru'da kök bitkiler olarak yetiştirilir: kana çiçeği veya *achira* (*Canna edulis*) ve Latin çiçeği veya *mashua* (*Tropaeolum tuberosum*).

Çiftçiler zararlı böcekleri kontrol altında tutabilmek için *mashua* bitkisini *ulluco*, *oca* ve acı patateslerle birlikte eker.

Güney Amerika kökenli bir başka kök bitkinin

evrimleşme süreci, bazı çeşitlerin evcilleştikten sonra toksik özelliklerini niçin koruduklarını ortaya koyar. Manyok (*Manihot esculenta*) Amazon havzasının, iklimin mevsimsel olarak kurak olduğu ve düşük rakımlı tropikal yağmur ormanlarının geniş çayırlara dönüştüğü güney kenarında evcilleşmiş, kuraklığa karşı dirençli bir tarım ürünüdür.³⁰ Sütleğen familyasına mensup bu bitki, nişasta içeriği açısından zengin, iri ve yumrulu köklere sahip odunsu bir çalıdır. Manyok tropikal iklimlerde kolayca yetiştirilebilir ve diğer bitkilerin büyümekte zorluk çekebilecekleri, besin maddeleri açısından zayıf, asidik topraklarda serpilip hızla büyüyebilir. Amazon yağmur ormanlarının kıyılarından çıkmış bu bitki, Kolomb öncesi dönemde Amazon havzasının ormanlarında yaşayan yerlilerin bahçelerinde de yaygın olarak yetiştirilmiştir.³¹

Çiğ manyok yumruları topraktan çıkarıldıktan sonra birkaç gün içinde çürür ancak toprağın altında bırakıldığında iki yıla kadar bozulmadan kalabilen güvenilir bir besin kaynağıdır. Herhangi bir yerden bir manyok kökü satın alırsanız, bitki koruma amacıyla bir tür mumla kaplanmış olacaktır. Manyokların yeraltında çok uzun süreler

boyunca bozulmadan kalabilmesinin ana nedeni manyok yumrularının nişastayla karışık siyanojenik glikozitler içermesidir. Bunlar glikosidazlar olarak enzimlerle parçalandıklarında son derecede zehirli siyanür maddesini serbest kılan moleküllerdir. Bu enzimler bitki hücrelerinin çiğnenme veya ezilme sonucunda hasar görmesiyle salgılanır. Dolayısıyla zehirli bitkilerin çoğunda olduğu gibi kimyasal silah gerekmediği sürece kullanılmaz. Siyanojenik glikozitler manyoklara özgü bileşikler değildir ve kartal eğretilisi ve ak üçgül gibi sıkça rastlanan bitkiler de dahil, 2500'den fazla farklı bitki türünün yapısında bulunur. Acı bademlerin kokusu aslında vücudumuzun düşük dozlarda tahammül edebildiği, hatta oldukça lezzetli olan siyanür maddesinin kokusudur. Ancak manyok insanlar için ölümcül olabilecek dozlarda siyanür içerebilen tek temel gıda bitkisidir.

Manyok zehirli olmasına rağmen 800 milyondan fazla insan için temel gıda niteliğindedir. Bu bitki Afrika'da cassava adıyla tanınır ve bölgeye 400 yıl önce götürülmüş olmasına rağmen, Sahra Altı Afrika nüfusunun neredeyse yarısının temel beslenme ihtiyaçlarını karşılayabilmesi bu bitkiye bağlıdır.

Manyok köklerinin yenilebilir hale gelmesi için çeşitli işlemlerden geçirilerek içerdikleri siyanürden arındırılmaları gerekir. Kavurma veya haşlama gibi işlemler bu bitkinin içerdği zehirli maddeleri etkisiz hale getirmez aksine ısı, bitkinin kendi glikosidazlarını yok edip siyanojenik glikozitleri olduğu gibi bıraktığından bitkiyi daha da tehlikeli bir hale getirir. Bu gibi işlemlerden geçmiş manyok yenirse, siyanojenik glikozitler bağırsaklara ulaştığında buradaki bakterilerin ürettiği glikosidazlarla tepkimeye girerek siyanür maddesini serbest bırakır. Amazon Kızılderilileri manyok bitkisini zehirden arındırmak için bitkinin soyulmuş yumrularını öğütürerek siyanürün bitkinin sularının içine karışmasını sağlar ve sonrasında elde edilen karışımı *tí-pítí* adı verilen örgü bir preste sıkarak suyunu çıkarırlar. Geriye kalan siyanür bu işlemin sonucunda elde edilen unun, bir tavanın üzerinde kavrulmasıyla etkisiz hale getirilir.

Manyok bitkisinin ilginç yanı, bu bitkinin hem zehirli olmayan “tatlı” çeşitlerinin hem de zehirli olan “acı” çeşitlerinin olması ve tüm bu çeşitlerin 8000 yıldan uzun bir süre önce evcilleştirilen aynı yabani bitkiden gelmesidir. O halde, zehirli

olmayan manyok çeşitleri³² mevcutken ve acı çeşitlerin yenilebilir hale getirilmesi için zahmetli işlemlerden geçirilmesi gerekirken, çiftçiler niçin ısrarla zehirli çeşitleri yetiştirmeye devam etmiştir? Bu soru çiftçilere sorulduğunda, hepsi besin stoklarını güvence altına almakla ilişkili cevaplar verir. Acı çeşitler daha bereketlidir, yumruları zararlı böceklerle karşı daha dayanıklıdır ve insanlarla hayvanlar tarafından çalınma ihtimalleri daha düşüktür. Tatlı çeşitlerle acı çeşitler bir arada yetiştirilebilir ancak tatlı çeşitler potansiyel hırsızları uzak tutmak amacıyla evlerin etrafındaki bahçelere ekilirken, acı türler uzaktaki tarlalarda kendi hallerine bırakılabilir. Tatlı çeşitler ayrıca manyok bitkisine temel gıda maddesi olarak bağımlı olmayan topluluklar tarafından da başka bir tarım ürününün hasadının verimli olmaması veya çalınması durumunda sözkonusu bitkilerin yerini alabilecek yedek bir sebze olarak yetiştirilir.

Doğada bitkilerle doğal düşmanları arasında gözlemlenen evrime dayalı ilişki tıpkı silahlanma yarışına benzer. Bir taraftan bitkiler seçim sayesinde değişim geçirerek sürekli savunmalarını güçlendirirken, diğer taraftan düşman kampındaki böcekler,

mantarlar ve bitki yiyen türler doğal seçim aracılığıyla bitkilerin savunma mekanizmalarının üstesinden gelmeye çalışır. Aralıksız devam eden bu mücadelenin kökeni antik zamanlara dayanır. Illinois eyaletindeki kömür katmanlarının içinde bulunan fosiller bataklık ormanlarında yetişen baskın bir tür olan çanak eğreltilerinin 300 milyon yıl önce kapsamlı bir saldırı altında olduklarını gösterir.³³ Böcekler bu bitkilerin yapraklarını kemirmiş, barındırdıkları bitki özlerini yağmalamak için saplarını delmiş ve tıpkı modern böceklerin günümüzde yaptığı gibi canlı dallarının ve köklerinin içlerini oymuştur. O dönemde bitkilerin üzerinde ağaç uru oluşturan böcekler de mevcuttu. Bu böcekler şırıngalara benzeyen yumurta bırakma organlarını kullanarak yumurtalarını bitkilerin dokularının içine enjekte ediyordu. Bunu yapmaları veya bitkilerin dokularının içinde yumurtaların var olması, yumurtaların etrafını saran bitki hücrelerinin uyarılmasına ve hücrelerin böcek larvalarına besin sağlayan ve onları dışarıdan gelebilecek saldırılara karşı koruyan bir kütle içerisinde ırların çoğaltılmasına yol açıyordu.

Evrım tarihinde zaman zaman doğal seçim, canlılara uyum güçleri (genotiplerin üreme

konusundaki başarıları) üzerinde çarpıcı bir etki yaratan avantajlar sağlayan önemli bir yeniliğe rastlar. Bu olaylar nadiren meydana gelse de yarattıkları sonuçlar genelde çığır açıcı olur çünkü kendilerine avantaj sağlayan yeniliğin aynısını paylaşan yeni türlerin çoğalmasını sağlar. Eğer menünüzde kapari, turp, brokoli, lahana, tere, roka veya masanızda hardal, vasabi veya yabanturpu gibi herhangi bir sos varsa, yediğiniz öğünü hazırlayanlar bitkiler ve doğal düşmanları arasındaki kimyasal savaşta ortaya çıkan çığır açıcı bir yenilikten faydalanmıştır. Bu yenilik, neredeyse yalnızca Brassicales adı verilen ve bu bitkilerin tamamının mensup olduğu bir takım tarafından üretilen glükosinolatların evrimleşmesidir.

Glükosinolatlar tıpkı siyanojenik glikozitler gibi iki bileşenli kimyasal savunma mekanizmalarının bir başka örneğidir. Aslında bitkilerin glükosinolatları üretmelerine olanak tanıyan biyokimyasal yol, siyanojenik glikozitlerin üretilmesini sağlayan biyokimyasal yolla benzerlikler taşır³⁴ ve yüksek ihtimale de bu yoldan evrimleşmiştir. Bitkilerde glükosinolat molekülleriyle mirosinaz adı verilen bir enzim farklı bölmelerde depolanır. Hücreler zarar

gördüğünde iki bilişen birbirine karışır ve enzim glükosinolat molekülleriyle tepkimeye girerek izotiyosiyanatların veya “hardal yağlarının” salınmasına yol açar. Bu bileşikler çoğu böcek, yuvarlak solucan, mantar ve bakteri türü için zehirlidir ancak memelilerde tümörlerin oluşmasını baskıladıkları³⁵ için insan sağlığı açısından faydalıdır.

Brassicales takımı 85-90 milyon yıl önce evrimleşmiştir ve bu bitkiler belirli bir süre boyunca bazı düşmanlarının kendilerine ilgi göstermemesi yüzünden rahat bir nefes almış olmalıdır. Ancak glükosinolatların ortaya çıkmasından 10 milyon yıl sonra lahana kelebekleri arasında, larvalarının, Brassicales takımına mensup bitkileri zarar görmeden yemelerine olanak tanıyan biyokimyasal bir zehir giderme mekanizması evrimleşmiştir.³⁶ Otoburlar kampında meydana gelen bu çığır açıcı yenilik, bu mekanizmayı oluşturan genleri taşıyan böceklerle o zamana dek saldırılarından etkilenmeyen bitkileri tüketerek beslenebilme yeteneği kazandırıp, böceklerin Brassicales takımına mensup tüm bitkilere yayılıp yerleşmelerini sağlamış ve binden fazla yeni kelebek türünün hızlı bir şekilde evrimleşmesine yol açmıştır.³⁷

En kötü şöhretli üyesi her sebze yetiştiricisinin bir numaralı düşmanı haline gelen beyaz lahana kelebeği (*Pieris rapae*) olan bu yeni kelebek grubu, çoğu kişi tarafından beyazlar olarak tanınan, Pierinae alt familyasını oluşturmuştur. Bu türün tırtılları ayrıca siyanüre karşı da dayanıklıdır.³⁸ Bu özellik Pierinae alt familyasına yüksek ihtimalle Brassicales takımına ait bitkilerden önce siyanür üreten bitkilerle beslenen atalarından miras kalmıştır. Bitkiler ve doğal düşmanları arasında yaşanan bu kimyasal savaşta avantaj, bitkilerin eski savunma mekanizmalarından yenilerinin evrimleşmesi ve bitkileri taklit eden kelebeklerin eski zehir giderme mekanizmalarından yenilerinin evrimleşmesi sonucunda taraflar arasında gidip gelmiştir.

Glükosinolatlar özellikle de 3700 farklı türden oluşan ve Brassicales takımının açık ara farkla en büyük familyası olan Brassicaceae familyasında evrimleşmeye devam etmiş bir kimyasal savunma bileşiği sınıfıdır. Fare kulağı teresi, genetik yapısı etraflica incelenen bu familyanın üyelerinden biri olan kısa ömürlü bir yabani bitkidir. Fare kulağı teresine odaklanan bir coğrafi araştırmada, bu bitkinin glükosinolatlarının kimyasal yapısını değiştiren bir

genin iki aleli (farklı türü) olduğu ve Avrupa'nın güneyinden kuzeyine doğru gidildikçe bu alellerin nispi frekanslarının değiştiği ortaya konmuştur. Ancak Brassicaceae familyasına saldıran özelleşmiş yaparak bitlerinin coğrafi frekansı birbirine paralel bir değişim gösterir. Bu yüzden araştırmacılar doğal seçilimin, fare kulağı teresinin içerdiği glükosinolat tipinin, kimyasal savunma mekanizmalarını bölgedeki en yaygın yaprak biti türüne direnç kazanması için değiştirip değiştirmediğini test etmeye koyulmuştur.

Bu deneyi yapmak için, iki farklı glükosinolat alelini 50:50 oranında içeren deneysel fare kulağı teresi popülasyonları oluşturup, bu popülasyonları beş nesil boyunca iki farklı yaprak biti türüne maruz bırakmışlardır. Deneyin sonunda, farklı yaprak bitlerine maruz bırakılan popülasyonlar arasında glükosinolat alellerinin frekansında sapma olduğu görülür. Sonuçta Avrupa'nın kuzeyinde yaygın olan yaprak bitlerine maruz bırakılan popülasyonlarda bu bölgede daha sık rastlanan glükosinolat alelinin frekansı yüksektir, Avrupa'nın güneyinde yaygın olan yaprak bitlerine maruz bırakılan popülasyonlardaysa bu bölgede daha sık rastlanan

glükosinolat alelinin frekansı yüksektir. Bu deneyin sonuçları³⁹ glükosinolatların coğrafi bölgelere göre değişim göstermelerinin düşmanlara karşı geliştirilen yerel adaptasyonları yansıttığı hipotezini güçlü bir şekilde destekler.

Organizmalar ve doğal düşmanları arasında ara vermeksizin sürüp giden evrimleşme savaşı Lewis Carroll'ın *Aynanın İçinden* kitabındaki Kırmızı Kraliçe'nin durumuna benzetilmiştir. Hikâyede Alice elinden geldiğince hızlı koşmasına rağmen, aynanın içindeki dünyada hiçbir yere gidemediğini fark eder. Bunun üzerine Kırmızı Kraliçe, Alice'e durumu izah eder: "Bak işte gördün, *burada* ne kadar koşarsan koş yine aynı yerde kalacaksın." Kırmızı Kraliçe'nin hipotezi evrim biyolojisine uyarlandığında, organizmalarla doğal düşmanları arasındaki evrimleşmeye dayanan silahlanma yarışı, soylarının tükenmemesi için her iki tarafın da sürekli evrimleşmek zorunda olduğu anlamına gelir.

Sürekli evrimleşme yalnızca doğal seçilimin yeni silahlar ve savunma mekanizmaları üretebileceği kadar geniş genetik çeşitlilik kaynaklarına sahip olduğu durumlarda mümkün olur. Tamamen vejetatif üreme yöntemleriyle çoğalan bitkiler, yumrularının

yeniden ekilmesiyle nesiller boyunca yetiştirilen patatesler gibi, zamanla genetik anlamda tekdüzeleşir ve bu noktadan sonra doğal düşmanları tarafından yok edilmeleri an meselesidir. Manyok bitkisi de saplarının yeniden toprağa ekilmesiyle vejetatif olarak yetiştirilir. Evrimin bu çıkmazda takılıp kalınmasını engellemek için ürettiği çözümlü eşeyli üremedir. Seks yavrular arasında yeni gen kombinasyonları oluşturur ve yeni neslin hem birbirlerinden hem de ebeveynlerinden farklı olmalarına yol açar.

Sebzeler yetiştiriciler tarafından vejetatif yöntemler kullanılarak üretilse de patatesler farklı ortamlarında eşeyli üreme de yapar ve bu kontrol dışı birleşmelerden elde edilen başıboş tohumlar, patateslerin planlı olarak yetiştirilmesinden önce ortaya çıkan yeni türlerin kaynağını oluşturur. Aynı şey manyoklar için de geçerlidir ve bu tarım bitkisini üreten çiftçilerin, yetiştirdikleri ürünlerden çıkan en büyük tohumları ekmeyi tercih etmelerinin, bilmeden de olsa en fazla genetik çeşitliliğe sahip bitkileri seçmelerine yol açtığı keşfedilmiştir çünkü en büyük tohumlardan, hem en fazla genetik çeşitlilik içeren hem de en iyi büyüyen bitkiler elde

edilir.⁴⁰

Eşeyli üreme yalnızca genetik çeşitliliği koruyarak bulaşıcı hastalıkların tarım ürünleri için oluşturduğu riski azaltmakla kalmaz, ayrıca farklı türler arasında melezleşmeyi de mümkün kılar. Aralarına ekmeklik buğday (4. Bölüm) ve çok sayıda sebze türünün de olduğu birçok tarım ürününün kökenleri melez bitkilere dayanır. *Brassica* cinsine mensup altı sebze türü bulunur ama bu türlerin her biri tuhaf bir şekilde farklı sayıda kromozoma sahiptir. Siyah hardal (*Brassica nigra*) 16 kromozomla en düşük miktarda kromozoma sahipken, bu sayı kano-lada (*B. napus*) 38'e kadar çıkar. Bu gibi varyasyonlar genellikle farklı sayıda kromozoma sahip bitkilerin kendi aralarında melezleşmesinden kaynaklanır. Melez bitkilerin hangi tür ebeveynlerin bileşiminden meydana geldiklerini bulmak sudoku çözmeye benzer. Dolayısıyla *Brassica* Sudokusunun 1935'te Japon bir bitkibilimcisi tarafından çözülmüş olması belki de tesadüf değildir.

Adının İngilizce karşılığı tek bir U harfinden ibaret olan Japon bitkibilimcisi, en düşük miktarda kromozom içeren bitki türlerini bir üçgenin uçlarına yerleştirerek çizdiği şemanın üzerinde, geriye

kalan diğer üç bitki türünün uçlarda yer alan iki türün bileşimi olarak üçgenin kenarlarına yerleştirilebildiğini keşfetmiştir.⁴¹ Dolayısıyla bu şemaya göre, yabani lahananın (18 kromozom) ve yabani turpun (20 kromozom) melezleşmesi kanolayı (38 kromozom) meydana getirmiştir. Siyah hardal (16 kromozom) ve yabani lahana melezleşerek Etiyopya hardalını ($16 + 18 = 34$ kromozom) ve siyah hardalla yabani turpun melezleşmesi de kahverengi hardalı veya Hint hardalını ($16 + 20 = 36$ kromozom) oluşturmuştur.

Modern genom analizleri sayesinde U'nun üçgeninde yer alan bitki türlerinin hangi tarihlerde ortaya çıktıkları ve bu olayların bazılarının harita üzerinde nerede meydana geldikleri belirlenebilmiştir.⁴² Tüm *Brassica* türlerinin ortak atası yaklaşık 24 milyon yıl önce Kuzey Afrika'da evrimleşmiştir. Sonrasında üçgenin uçlarına yerleştirilen üç tür farklı bölgelerde evrimleşmiştir. Siyah hardal 18 milyon yıl önce Kuzey Afrika'nın batısında evrimleşerek Güneybatı Asya'ya yayılmış ve burada 7,9 milyon yıl önce yabani lahana ile yabani turpun ortak atasının evrimleşmesine yol açmıştır. Bu iki bitkinin ortak atası 2,54 milyon yıl önce bölünerek yetiştiği

alanın batı ucunda yer alan Akdeniz'de evrimleşerek yabani lahanaya dönüşürken doğu ucundaysa yabani turba evrimleşmiştir ve buradan yayılarak yaklaşık 2 milyon yıl önce Orta Asya'ya ulaşmıştır.

U'nun üçgeninin kenarlarına yerleştirdiği üç melez brassica türünün her biri, kendi ebeveynlerinin tarım faaliyetlerinin etkileriyle doğrudan veya dolaylı yollardan temas kurmaları sonucunda ortaya çıkmıştır. Etiyopya hardalının tarlalarda yetiştirilen lahanaların arasında biten siyah hardal otlarıyla melezlenmesi sonucu oluştuğu düşünülür.⁴³ Yabani lahananın (*Brassica oleracea*) yapay seçilime uğratılması ve evcilleştirilmesi sonucu ortaya çıktığına değindiğimiz birçok sebze türüne ek olarak, *B. rapa*'dan turplar ve Çin lahanası, ayrıca *B. napus*'tan da yağ tohumu ürünü olan kanola (kolza tohumu) ve sarı şalgam oluşmuştur.

Harikulade çeşitliliği bir yana sebze yememizin diğerlerinden ağır basan yegâne nedeni besleyici olması, özellikle de bol miktarda karbonhidrat içermesidir. Sebzeleri yenabilir hale getirmek için yapay seçim vesilesiyle ve pişirip işlemekten geçirerek savunma mekanizmalarını zayıflatırız. Yemek

pişirirken savunma bileşiklerinin verdikleri tat yüzünden tencereye başka bitkiler de eklememiz belki de biraz ironiktir. Patates salatasının tadı frenk soğanı eklenince çok daha güzel olur, fesleğenin tadı domateslerle güzel bir uyum oluşturur, nane bezelyelerin tadını güzelleştirir ve sarmısağın mutfaktaki kullanım alanları sayılamayacak kadar çoktur. Tıpkı brassica türlerinin içerdiği zehirli glükosinatların kokusunu akşam yemeği olarak algılayan beyaz lahanalar kelebekleri gibi kendi türümüz de bizi kimyasal silahlarıyla yemek masasına çeken baharatları arayarak gezegenimizin dört bir yanını dolaşmıştır.

9* OTLAR ve BAHARATLAR

Çeşni

Mısırlar, lahanalar, inekler ve karnabaharlar türümüzün, evcilleştirme işleminin evrime dayalı gücünü kullanarak doğayı nasıl şekillendirdiğine tanıklık etmiştir. Son 10 bin yıl içinde genomları yeniden karıştırıp, düzenleyip, çoğalttık; genleri yeniden düzenleyerek hayvanları şişmanlattık ve pazarlarda gördüğümüz tarım ürünlerini, boyutlarını büyütürken daha da lezzetli hale getirdik. Bunlar

bilimsel oldukları kadar sanatsal gelişmelerdir çünkü seçilimin yarattığı genetik etkileri ancak son 100 yılda çıkarlarımız doğrultusunda kullanabilecek kadar iyi anlayabilmeye başladık. İster sanat aracılığıyla olsun ister bilim, mutfaklarımızın penceresinden baktığımızda gördüğümüz manzarayı yeniden çizip şekillendirdik. Amazon yağmur ormanlarının derinliklerinde yaşayan Kızılderililerin mutfakları bile yerel evcilleştirme işlemlerinin ürünleri olan manyok, mısır, fasulye, tatlı patates gibi çok çeşitli sebze ve meyveyle donatılmıştır. O halde insanların yenilebilen doğaya hükmettiklerini söyleyebiliriz. Ya da gerçekten hükmedebiliyor muyuz? Eğer ortaya durumun böyle olmadığına ve iştahımızın dengeleri değiştirmiş olabileceğine dair bir iddia atılacaksa, bu iddianın temeli baharatların baştan çıkarıcılığına dayandırılabilir.

Otlar elimizin altında bulunan ve kendi kendimize kolayca yetiştirip avuç avuç kullanabileceğimiz kokulu yapraklara sahip bitkilerdir. Baharatlar modern zamanlara kadar nadir bulunan ve egzotik sayılan bitkilerin keskin kokulu tohumlarından, reçinelerinden, kabuklarından ve diğer bölümlerinden elde edilirdi. Yerküre üzerinde doğudan

batıya doğru ilerlerken birçok sefer el değiştiren baharatların kaynakları çoğu zaman cahil insanların hayal güçlerini kullanarak çizdikleri haritaların ucundaki bilinmeyen topraklarda yer alıyordu. Karanfil, zencefil, biber, tarçın, küçük hindistancevizi ve muskat gibi baharatların etrafını saran gizem perdesi kokularını destekleyerek albenilerini artırıyordu. Yunan tarihçi Herodot şu satırları kaleme almıştır:

Araplar büyük kuşların, tarçın adı verilen o sopalı, hiçbir insanın tırmanamayacağı kadar sarp dağların üzerinde kilden inşa ettikleri yuvalarında kullanmak için getirdiklerini söylüyor. Bu tırmanma zorluğunun üstesinden gelebilmek için şu yöntemi bulmuşlar: Ölü öküzlerin ve diğer yük hayvanlarının uzuvlarını büyük parçalara ayırarak yuvaların yakınında bir yere koyup uzaklaşıyorlar. Kuşlar uçarak aşağı inip eklemeleri yuvalarına taşıdıklarında, etin ağırlığını destekleyebilecek kadar dayanıklı olmayan yuvalar yere düşüyor. Daha sonra adamlar yuvaların yanına gidip tarçın dallarını topluyor ve tarçın diğer ülkelere bu şekilde ulaştırıyor.¹

Belki de *Binbir Gece Masallarında* yer alan

herhangi bir uydurma efsaneden geri kalmayan bu hikâye, tarçının Asya'dan yola çıkarak defalarca el değiştirdiği baharat yolu üzerinde Çinlilerin küçük bir gerçeklik payı olan fısıldamalarının kulaktan kulağa iletilirken abartılarak çarpıtılması sonucunda oluşmuştur. Borneo'daki mağara duvarlarından toplanan yenilebilir kuş yuvaları Doğu mutfağında yüz yıllar boyunca kullanılmıştır ancak bu yuvalar sağangiller familyasına ait iki türün kurumuş salyalarından oluşur, Sri Lanka'ya özgü bir ağacın kabuğundan elde edilen tarçın dallarından değil.

Baharatlar mutfakta kullanıldıkları kadar ilaç olarak da kullanılmıştır. Bu ürünler bir zamanlar o kadar değerli ve enderdi ki kökenlerini keşfetme isteği, altın bulma arzusu gibi, Kristof Kolomb'a ve Ferdinand Macellan'a bilinmeze yelken açmaları için gereken motivasyonu sağlamıştır. Hem Amerika'nın Kolomb tarafından "keşfedilmesi" hem de Macellan'ın ilk defa yerkürenin etrafını dolaşması baharatların izini sürmek için çıktıkları seferlerde tesadüf eseri elde ettikleri başarılarıdır. Aztek İmparatorluğu'nu işgal eden Hernân Cortes² seferini finanse eden İspanyol kralına Doğu'nun baharat adalarını keşfedeceğine dair söz vermiş ve krala,

“Bunu başaramazsam Majesteleri beni doğruyu söylemeyen biri olarak cezalandırabilir,” demiştir. Hint Adaları’na ulaşmak için batı yönüne giden bir rota izlemek, sonunda baharatla ödüllendirilmeyen bir kumara dönüşmüştür. Meksika’ya özgü en önemli baharat olan ve o ana dek Avrupa’da bilinmeyen acı kırmızıbiber, hiçbir zaman Doğu’dan getirilen ve fiyatları Amerikan altını ve gümüşüyle boy ölçüşen baharatlar kadar yüksek meblağlarla alıcı bulamamıştır.

Doğu’yla Batı arasındaki baharat ticareti Avrupalı tacirlerin baharatların kaynağını bularak pazarın kontrolünü ele geçirmeye karar vermelerinden 3000 yıl önce başlamıştır. Firavun II. Ramses’in, yaklaşık MÖ 1213’te defnedilen mumyasının karın ve burun boşluklarına karabiber taneleri doldurulmuştur.³ Karabiber ağacı anavatanı Güney Hindistan’ın nemli ormanları olan, endemik bir bitkidir.⁴ Bu baharat yüksek ihtimalle bölgede yaşayan avcı toplayıcılar tarafından toplanarak, teknelerle gelen hevesli alıcılarla Hint Okyanusu üzerinden batıya gönderiliyordu. Karabiberin Hindistan’ın doğusundaki ormanlardan toplanıp karadan taşınarak kıtanın batı kıyılarındaki limanlara ulaştırıldığı

güzergâh, geride kalan Roma sikkelerinin izinden de anlaşılacağı üzere, Roma imparatorluğu döneminde kesinlikle faaldi.⁵ Hindistan'dan baharatların taşınması için kullanılan deniz yolu ayrıca tavukların Afrika'ya taşındığı rotalardan biridir (7. Bölüm). Tarçın Eski Ahit'te bahsi geçen baharatlardan biridir. Dolayısıyla tarçının da Levant'a benzer şekilde düzenli olarak nakledilmiş olması gerekir. MÖ 1100 yılına gelindiğinde tarçın stokları, Fenikelilerin Akdeniz civarında küçük cam şişelere doldurdıkları tarçın özünün ticaretini yapmaya başlamalarına yetecek kadar artmıştı.⁶

Klasik Doğu baharatlarından bir diğeri olan zencefil de yüksek ihtimalle Kuzeydoğu Hindistan'dan veya Çin'in güneyinden gelmiştir, ancak doğada yabani bir akrabası bulunmadığından kökenlerinin tam olarak nereye dayandığı bilinmez. Karanfil, muskat ve küçük hindistancevizi en uzak bölgelerden gelen, en çok talep gören ve en nadir bulunan baharatlardı. Karanfiller yalnızca Endonezya'daki Kuzey Maluku'daki birkaç adada yetişen ufak bir ağacın kurutulmuş goncalarıdır. Muskat ve küçük hindistancevizi de Endonezya kökenlidir ve bu baharatlar da geçmişte yalnızca Banda

Takımadaları'na bağlı birkaç adada bulunmuştur. Muskat ağacı şeftaliye benzeyen meyveler verir. Bu meyveler olgunlaştıklarında yarılır ve etrafları parlak kırmızı bir zarla sarılı tohumlar (muskat) ortaya çıkar. Kurutulup ayrıştırıldığında tohumun etrafını saran zar turuncu-kahverengi bir renk alır ve küçük hindistancevizi olarak anılır.

Baharatların ve otların tümü antimikrobiyal özelliklere sahiptir; kimileri bu özelliklerinin etlerin çabuk bozulmaya meyilli olduğu sıcak ülkelerde niçin bol miktarda kullanıldıklarını açıklayabileceğini ileri sürmüştür.⁷ Baharatlar en çok tropikal ve subtropikal yörelerin mutfaklarında kullanılmıştır ve iddiaya göre bunun nedeni, baharatın bu bölgelerde tüketilen eti güvenilir ve lezzetli yapan en önemli etken olmasıdır. Örneğin Louisiana veya New Mexico'nun acı yemeklerini Seattle veya Boston'un geleneksel olarak biraz daha az acı yemekleriyle kıyaslayın. Hindistan'ın güneyinde, ülkenin kuzeyine oranla daha acı tarifler kullanılır ve aynı duruma Çin'de de rastlanır. Bir Çin lokantasında yiyebileceğiniz Kung Pao usulü tavuk gibi en acı yemekler, Güneybatı Çin'de yer alan Siçuan bölgesinden çıkmıştır. Ne yazık ki, baharatların kötü etlere

lezzet katmak için kullanılıyor olabileceği teorisi yanlıştır çünkü bu konuda pek de başarılı oldukları söylenemez hatta keskin tatları durumu daha da kötüleştirebilir.⁸ Dahası besinlerin korunması için tuzlama, kurutma, tütsüleme ve fermantasyon gibi geniş kitleler tarafından benimsenmiş, çok daha başarılı yöntemler vardır. İklim şartlarıyla baharat kullanımı arasındaki bağlantıya gelince, bu da Mark Twain'in bir zamanlar söylediği meşhur sözü hatırlatır: "Bilimin büyüleyici bir yanı var. İncir çekirdeğini doldurmayacak gerçeklere yatırım yaparak, varsayımlardan büyük bir kâr elde edebilirsiniz." Sıcak iklim koşullarıyla baharat kullanımı arasındaki bağlantı büyük çoğunluğu tropikal kökenli baharatların bu coğrafyalarda daha yaygın olmasıyla açıklanabilir.

Sarımsak ve soğan çok güçlü antimikrobiyal özelliklere sahip bitkiler oldukları halde ikisi de gıdaların korunması için kullanılmaz ve ikisi de tropikal kökenli değildir. Bu iki olağanüstü bitki ve bu bitkilerin mutfaklarımızda kullanılan pırasa ve Frenk soğanı gibi bir düzineden fazla akrabası yaklaşık 500 farklı türden oluşan *Allium*⁹ cinsine mensuptur. Bu bitkilerin tümü kükürt içeren

bileşkelere oluşan kimyasal savunma mekanizmalarına sahiptir. Bu bileşkelere soğanlara hem lezzet hem de göz yaşartıcı özellik katar. Soyulmamış bir baş soğan veya bir diş sarmısak kokusuzdur çünkü bu bitkilerin kimyasal silahları da *brassica* türlerinin içerdiği glukosinolatlar veya manyok bitkisinin içerdiği siyanür gibi iki bileşenlidir ve bu iki bileşen karışıp tepkimeye girmeden zehirli etki göstermez. Bir *Allium* türünün ezilmesi hücrelerin içinde farklı bölmelerde depolanan iki bileşenin, bir öncü bileşiğin ve bir enzimin açığa çıkmasına yol açar. Sarmısağın ezilmesi alliin adı verilen öncü bileşiğin sarmısaktaki etken madde olan allicin molekülüne dönüşümünü başlatır. Soğanlarda bulunan benzer bir öncü madde ilk olarak sarmısaktaki enzimin aynısıyla tepkimeye girer ancak daha sonra ikinci bir enzimle tepkimeye girerek yetişkin erkeklerin bile ağlamasına yol açabilen bir molekül oluşturur.

Bitkiler görünürde, ağırlıklı olarak ya da yalnızca kendileri için, doğal düşmanlarına karşı koruma sağlayan on binlerce farklı kimyasal bileşik üretir. Bu kimyasal bileşikler otların ve baharatların, kinin ve aspirin gibi ilaçların, afyon ve hintkeneviri gibi uyuşturucuların, ayrıca kahve ve çay gibi

her gün tükettiğimiz uyarıcıların etken maddelerini oluşturur. Bize sunduğu hediyeler açısından her zaman cömert, kullandığı araçlar açınsındansa her zaman oldukça cimri olan evrim, bitkilerde görülen bu kimyasal çeşitliliği sınırlı sayıda bileşen üzerinde yarattığı değişikliklerin sonucunda oluşturmuştur. Bitki hücrelerinin içindeki moleküllerin çeşitliliği, dallanarak birçok kimyasal hedefe ulaşan bir avuç temel biyokimyasal yol aracılığıyla oluşturulur. Her bir yol sabit miktarda karbon atomuna sahip yapı taşlarından başlar. Örneğin çoğu otun ve baharatın aromatik bileşkelerini üreten terpenoit yolu beş karbon atomundan oluşan bir temel yapı taşıyla başlar. Beş karbonlu temel yapı taşları, tıpkı LEGO blokları gibi birleşerek daha büyük zincirleri veya çok çeşitli boyutlara ve konfigürasyonlara sahip iskeletleri oluşturur. Monoterpen adı verilen ve on karbon atomlu bir iskelete sahip bir terpenoit sınıfı, nane ailesine mensup fesleğene, kekiğe, fare kulağına, biberiyeye karakteristik kokularını kazandırır. Ölçeğin diğer ucunda yer alan doğal kauçuk 100 bin adede kadar beş karbonlu ünitelerden veya toplamda yarım milyon karbon atomundan oluşabilen devasa bir karbon iskeletine sahip bir

terpenoitir.¹⁰

Yapılanmanın ikinci safhasında, çoklu-üniteli karbon iskelet, çeşitli eklemeler ve düzenlemelerle ihtiyaca göre farklı şekillerde donatılır. Yapılanmanın bir dizi karbon iskeletin oluşturulmasını içeren birinci safhası da bu iskeletlerin çeşitli şekillerde donatılmasını içeren ikinci safhası da çok sayıda farklı molekülü oluşturma kapasitesine sahiptir.¹¹ Yalnızca terpenoit yolunun 40 binden fazla farklı kimyasal ürün oluşturduğu bilinir.¹² Bitkiler yalnızca bir değil, birçok farklı aromatik molekül oluşturur ve bu durum hem bitkiler arasında hem de bireyler arasında kimyasal çeşitliliğin artmasına yol açar. Bu yüzden bahçe malzemeleri satan, nispeten iyi bir stoğa sahip tüm mağazalarda limon, elma, sardunya çiçeği, zencefil, bahçe nanesi, kıvırcık nane gibi, farklı kokulara sahip çeşit çeşit nane bulunur. Tüm bu kokuların oluşmasından monoterpenlerin farklı karışımları sorumludur ve biyokimyasal yolların dallanması ufak genetik değişikliklerin bitkilerin çok farklı karışımlara ve kokulara sahip olmasına yol açabilir. Bahçe nanesi (*Mentha piperita*) ile kıvırcık nanenin (*Mentha spicata*) kokuları arasındaki fark tek bir enzime etki eden tek bir genden

kaynaklanır ancak bunun etkisi, trenlerin demiryollarında, makas denilen noktada ray değiştirmesine benzer. Rayların birinden giden aleller bahçe nanesinin kokusunu oluşturan monoterpen karışımı yönünde, diğerinden giden alellerse kıvrıkcık nane kokusunu oluşturan monoterpen karışımı yönünde ilerler.¹³

Peki ama doğal seçilimin üstün nitelikli tek bir ölümcül monoterpeni kayırması daha mantıklıymış gibi görünürken, nane gibi otlar niçin bu kadar çeşitli savunma bileşenleri üretir? Bunun ana nedenlerinden biri doğal seçilimin mevcut mekanizmalarla oynayarak küçük değişikliklere neden olması ve bunun sonucunda da bitkilerin doğal düşmanlarının, bitkilerin kimyasal yapılarında meydana gelen bu küçük değişimlerin etkilerinin üstesinden gelebilmek için yoğun bir doğal seçim sürecinden geçmek zorunda kalmasıdır. Bu sayede, evrimin doğası gereği kademeli olarak meydana gelen gelişmeler, hiçbir bitkinin doğal düşmanlarına son öldürücü darbeyi vurmasına olanak tanımaz. Glükosinolatlar gibi yeni bir zehir sınıfının evrimleşmesi bile, brassicale türlerine, doğal düşmanlarına karşı ancak geçici bir koruma sağlamıştır (8. Bölüm).

Bitkilerin geniş kimyasal çeşitliliğe sahip olmasının ikinci nedeni, birçok farklı savunma mekanizmasının sunduğu strateji esnekliğinin, sürekli evrimleşen çok sayıda farklı doğal düşmanla karşı karşıya kalan bitkilere büyük avantaj sağlamasıdır. Bu husus, bahçe nanesinin ABD'deki ticari üretimini etkileyen mantar hastalığına dirençli bir çeşit arayan bilimcilerin kıvırcık naneyle bahçe nanesi arasındaki genetik farklılıkları keşfetmesiyle bir kez daha göstermiştir. Bilimciler sözkonusu mantar hastalığına dirençli olduğunu keşfettikleri bir bitkinin kıvırcık nane gibi koktuğunu görmüştür. Bahçe nanesi ve kıvırcık nane gibi kokan bitkilerin monoterpenleri arasındaki farklılığın bitkinin hastalığa karşı gösterdiği direncin kaynağı olduğu anlaşılmıştır. Kimyasal savunma mekanizmalarının çeşitliliği sürekli evrimleşen düşmanlara veya bir savaş alanında karşılaşılan birçok farklı düşmana karşı büyük avantaj sağlar.

Kimyasal savunma mekanizmaları bitkilerin yerel ortam şartlarına uyum sağlamak için geçirdikleri adaptasyonlar nedeniyle de farklılık gösterebilir. Fransa'nın güneyine hâkim Akdeniz ikliminde, her biri farklı baskın monoterpen moleküllerine sahip

altı farklı yabani dağ kekiği çeşidi yetişir.¹⁴ Kemotip olarak adlandırılan bu altı farklı çeşidin genetik yapıları analiz edildiğinde aralarındaki kimyasal farklılıkların beş ayrı genden kaynaklandığı görülmüştür. Sözkonusu genlerin her biri sonunda dağ kekiğine karakteristik kokusunu kazandıran timol monoterpeninin üretimine yol açan biyokimyasal yollar üzerindeki bir basamağı kontrol eder. Biyokimyasal yol üzerindeki ilk basamağı kontrol eden genetik noktada yer alan baskın bir alel, yolu bu noktada keserek limon kokulu geraniyol monoterpenini oluşturur. Aynı biyokimyasal yolun üzerinde daha da ileri bir noktada yer alan ve üçüncü basamağı kontrol eden bir gen, üretilen monoterpenlerin fenolik yapıda olup olmayacağını belirler. Yalnızca bu noktadan geçen biyokimyasal yollara sahip kemotipler fenolik monoterpenleri, dolayısıyla dağ kekiği kokusunu üretebilir.

Fransa'nın güneyindeki yabani kekik popülasyonları üzerinde araştırma yapan bilimciler Montpellier şehrinin yakınlarında yer alan St. Martin-de-Londres köyü civarında yetişen kemotiplerin kendilerine has bir dizilimi olduğunu keşfetmiştir. St. Martin-de-Londres dağlarla çevrili bir havzada yer

alır ve köyün etrafında yetişen kekiklerin hiçbiri karakteristik kekik kokusuna sahip değildir. Hatta 250 metreden düşük rakımlarda yetişen tüm kemotiplerin fenolik olmadığı görülmüştür. Diğer taraftan 250 metreden yüksek rakımlarda yetişen kemotiplerin tamamının fenolik oldukları ve bu bitkilerin kekik kokusuna sahip oldukları gözlemlenmiştir.

Kemotiplerin böyle tuhaf bir dağılım göstermesinin nedeninin, havzanın köyün yakınlarındaki zeminle köyün etrafını saran dağlar arasında kış mevsiminde görülen ısı farkı olduğu ortaya çıkmıştır. Soğuk kış aylarında sıcak havadan daha yoğun olan soğuk hava, termal inversiyon sonucunda kapana kısılarak St. Martin-de-Londres köyünün etrafındaki havzaya çökmektedir. Rakımı 250 metreden yüksek olan dağ yamaçlarında yetişen fenolik kemotipler nispeten daha sıcak bir hava kuşağının içinde yer almakta ve en soğuk hava şartlarının etkilerinden kaçabilmektedir. Rakımları 250 metrenin üstünde ve altında yer alan iki farklı bölge arasında, deneysel amaçla, farklı kemotiplerin yerlerinin değiştirilmesi sonucunda fenolik kemotiplerin bazı yıllarda -15°C 'nin altına düşebilen erken kış soğuklarında öldüğü görülmüştür. Diğer taraftan kışların

nispeten daha sıcak geçtiği bölgelerde, fenolik kemotiplerin kuraklığa ve kendilerine düşman böceklerle karşı daha dayanıklı olduğu ve fenolik olmayan kemotiplerden daha iyi büyüdüğü görülmüştür.

Ancak hikâyenin dönüm noktası, soğuk kışlara uyum sağlamak için geçirilen yerel adaptasyonların önemini bir kez daha ortaya koymuştur. St. Martin-de-Londres köyünün etrafındaki kemotipler ilk olarak 1970'lerde, sıklıkla çok soğuk kışların yaşandığı bir dönemde kaydedilmiştir ama küresel ısınma yüzünden 1988'den bu yana hiçbir kış bir önceki kıştan daha soğuk geçmemiştir. 2010'da, bölgedeki kemotiplerin dağılımları yeniden incelendiğinde, fenolik bitkilerin 1970'lerde yetişmedikleri havzada yeniden kolonileşmeye başladıkları görülmüştür.¹⁵

Akdeniz bölgesi nane familyasına ait bitkiler açısından oldukça zengindir ve bu bitkilerden elde edilen fenolik monoterpen içeren öz yağların rekoltesi genel kural olarak en sıcak bölgelerde en yüksek seviyeye ulaşır. Monoterpenlerin karışımı da bölgeden bölgeye farklılık gösterir. Biberiye dört veya beş ana monoterpen içerir: Fransa ve İspanya'da biberiye öz yağında kafur baskındır; Yunanistan'daysa ökaliptol baskındır ve Korsika'da biberiye

öz yağı neredeyse tamamen verbenondan oluşur.¹⁶ Bu bölgesel farklılıkların niçin var olduğu bilinmemektedir.

Şu ana dek otların ve baharatların evrimleşme hikâyelerinin yalnızca yarısına, botanik açıdan yarısına değindik ancak bu bitkiler üzerinde durmamızın nedeni tabii ki duyularımız üzerinde yarattıkları etkilerdir. Konuya evrim açısından bakıldığında, çoğu hayvan için caydırıcı veya zehirleyici olan bitki kimyasallarının bizim üzerimizde tamamen zıt bir etki yaratması gerçekten de kafa karıştırıcıdır. Bu çelişki bize cezbedici gelen bu caydırıcı moleküller nasıl algıladığımızı gördüğümüzde daha da derinleşir. Otların ve baharatların kokuları birbirleriyle uyum içinde faaliyet gösteren koku reseptörlerimizi uyararak beynimizin iyiyle kötüyü ayırt etmesine yardımcı olur (6. Bölüm). Buna ek olarak birkaç ot ve baharat ayrıca sinir hücrelerinin üzerinde yer alan, nosiseptör adı verilen, acı hissine duyarlı reseptörleri de uyarır.¹⁷ Nosiseptörler vücudumuzun acıya duyarlı her kısmında bulunur. Yüzlerimizde, gözlerimizde ve burunlarımızda yer alan nosiseptörler beynimize trigeminal [üçlü] sinirin dalları üzerinden sinyaller iletir. Nosiseptörler TRP

kanalı olarak adlandırılan ve dışarıdan gelen uyarılara sinir impulsları oluşturarak tepki veren çeşitli reseptörlerle donatılmıştır. TRP kanalları sıcak, soğuk, basınç ve bazı kimyasal maddeler gibi çeşitli uyarıcılar tarafından etkinleştirilir.¹⁸

Bazı baharatların tadını “yakıcı”, bazılarının da “ferahlatıcı” olarak algılamamız TRP’nin sıcak ve soğuk gibi fiziksel uyarılara ve bazı kimyasal maddelere verdiği tepkilerden kaynaklanır. Acı kırmızıbiber yediğimizde ağzımızın alev aldığını hissetmemizin nedeni, acı biberin etken maddesi olan kapsaisin adlı molekülün aynı zamanda sıcaklığı da algılayan TRPV1 reseptörünü uyarmasıdır. Aynı şekilde nane bitkileri tarafından üretilen bir monoterpen olan mentol, aynı zamanda soğuğu algılayan TRPM8 reseptörünü uyardığı için ağzımızda ferahlatıcı bir his yaratır.

Diğer otlar ve baharatlar farklı türden TRP reseptörlerini uyarak, koku reseptörleriyle birlikte her bitkinin karakteristik tadını oluşturur. Karabiber ve Siçuan biberi de tıpkı acı kırmızıbiber gibi TRPV1 reseptörlerini uyarır ancak Siçuan biberi buna ek olarak TRPA1 ve KCNK adlı iki farklı reseptörü de uyarak ağzımızda bu mutfağa özgü bir

karıncalanma hissi yaratır. Siçuan biberini Londra'nın Çin Mahallesi'ndeki bir restoranda ilk denediğimde, aşçı yemeğe çok fazla biber koyduğundan ağzım tamamen uyuşmuştu. Bunu doğanın aslen kastettiği gibi bir uyarı olarak algılamalıyım çünkü sonrasında restoran yetkililerinin hesabı şişirmesinden dolayı bir de kazık yedik.

Hardal, vasabi ve yaban turpunun, ayrıca sarımsak ve zencefil gibi bitkilerin keskin tatlı özleri TRPAİ reseptörü üzerinde sert, ancak TRPV1 reseptörü üzerinde hafif bir etki yaratır. Benzer şekilde dağ kekiği ve fare kulağı bitkilerinin içerdiği monoterpenler TRPA3 reseptörü üzerinde sert, TRPAİ reseptörü üzerindeyse hafif bir etki yaratır. Tarçın yalnızca TRPAİ reseptörünü uyarır ancak limon otu TRPM8, TRPV1, TRPAİ ve TRPV3 reseptörlerinin her birini sırasıyla giderek azalan şiddette uyarır.¹⁹ Dolayısıyla otlardan ve baharatlardan aldığımız tatlar, burundaki koku reseptörlerinin gönderdiği sinyallerle, dilimizdeki ve ağzımızdaki nosiseptörlerin gönderdiği sinyallerin farklı kombinasyonlarına göre beynimizde yaratılır.

Acı bir kırmızıbiberi tuttuktan sonra elinizi

vücudunuzun hassas bir bölgesine değdirdiyseniz, TRPV1 reseptörleriyle donatılmış nosiseptörlerin yalnızca ağzınızın içinde olmadığını bilirsiniz. Bu yüzden çok acı kırmızıbiberler vücudumuzu hem içeri girerken hem de dışarı çıkarken yakar. Kendilerine saldıran düşmanlarına acı çektirmek için TRP reseptörlerini hedef alan sadece bitkiler değildir. Tarantula zehrinde bulunan toksinler de TRPV1 reseptörlerini hedef alır.²⁰

TRP reseptörleri ana hatlarını diğer omurgalı hayvanlar, böcekler, yuvarlak solucanlar, hatta mayalarla paylaştığımız evrim açısından kadim bir sistemdir.²¹ Bu durum bitkilerin, otoburların acı hissinin algılayan devrelerine izinsiz sızmak için hedef aldığı birçok reseptörün, bizim duyularımızı nasıl etkilediğini açıklar. Peki ama acı reseptörlerini uyarak diğer türlerde caydırıcı etki yaratan maddelere niçin olumlu tepkiler veriyoruz? Aslında saf acı biber ve TRP-tetikleyici diğer tüm otlar ve baharatlarla ilk karşılaştığımızda verdiğimiz tepki genelde bu bitkilerden kaçınmak olur. Daha evvel tatmadığımız nosiseptör tetikle-yici maddelere beklendiği gibi tepki veririz. Zaten herkesin damak tadına hitap etmeyen bu maddelerin zamanla hoşumuza

gitmesi, sonradan edinilmiş zevklerdir. Bu durum ekşi tatlar için de geçerlidir (5. Bölüm).

Peki ama nasıl oluyor da caydırıcı kimyasalların tatlarını zamanla beğenebiliyoruz? Bizi olası zehirlere karşı uyanan reseptörler, bize acıya karşı koruma sağlayan ilk savunma hattımızdır. Yediğimiz kimyasalların zehirli olmadığı ortaya çıktığında, bu uyanlardan kaçınmak yerine onlardan zevk almayı öğrenebiliriz.²² Bu bize hem avantaj sağlayan hem de doğal seçim tarafından kayırılan bir özelliktir çünkü yalnızca bitkilerin içerdiği kimyasallar tarafından beynimize gönderilen, “Ben zehirliyim, beni yeme!” uyarılarını dikkate alarak bu bitkileri tüketmeseydik, bize sundukları bol miktarda besleyici maddeden gereksiz yere mahrum kalmış olurduk. Bunun temelinde yatan açıklama doza dayanır. Zehirli bir bitkiden büyük bir lokma alan ufak bir böcek, aynı bitkiden daha ufak bir lokma alan büyük bir hayvandan, birim ağırlığına göre çok daha yüksek bir doza maruz kalır. Dolayısıyla kekik yaprağı yiyen bir böcek üzerinde zehirleyici bir etki yaratabilen kimyasallar, az miktarlarda kullanıldıklarında yiyeceklerimize lezzet katabilir. Ancak bazı baharatları yüksek dozda tükettiğimizde zehirlenme

ihtimalimiz de vardır; muskat zehirlenmesi duyulmamış bir şey değildir.

TRP reseptörlerinin kökenleri, 5. Bölüm'de de-ğindiğimiz tat reseptörlerinde olduğu üzere antik çağlara dayansa da zaman içinde türler arasında hassasiyet farkı oluşmasına yol açan çok sayıda evrime dayalı değişiklik meydana gelmiştir. Bazı türlerde belirli TRP genleri yok olmuş bazı genlerin de işlevleri değişmiştir.²³ Örneğin soğuğu algılayan TRPM8 reseptörü, bazı balıklarda yok olmuştur. Bizim gibi memelilerde kapsaisin maddesini algılamakla sorumlu TRPV1 reseptörü, kuşlarda bu kimyasala aynı hassasiyetle tepki vermez ve olsa olsa bir “cık” sesi çıkarmalarına yol açar.²⁴

Acı biberler memelilerin ve kuşların kapsaisin maddesine farklı hassasiyetle tepki vermelerini kendilerine avantaj sağlamak için kullanır. Güney Arizona'da yetişen yabani acı biber bitkilerinin üzerinde yapılan deneylerde, kuşların olgunlaşan meyveleri alarak bitkilerin tohumlarını, filizlenebilecekleri ancak kemirgenler tarafından dokunulmayacakları durumda ortama bıraktıkları görülmüştür.²⁵ Daha evvel acı biberlerle karşılaşmamış olan kemirgenler kapsaisin maddesi üretme yeteneği olmayan

bazı biber çeşitlerini yer ancak bu biberlerin, kemirgenlerin dışkılarıyla atılan tohumları filizlenemeyecek şekilde parçalara ayrılır. Dolayısıyla kapsaisin, kemirgenlerin, acı biber tohumlarını yiyerek yok etmesine engel olurken bu bitkinin meyvelerini alarak tohumlarını güvenli bir şekilde çevreye yayan kuşları da korkutup kaçırmayan, seçici bir caydırıcıdır.

Kapsaisin, *Capsicum* cinsine mensup acı biber türlerine özgü bir maddedir ancak bu cinse ait tüm türler acı değildir ve biberlerin keskinliği farklı türler arasında da büyük oranda değişir. Örneğin *Capsicum annuum* türünün evcilleşmesiyle elde edilen çeşitler arasında hiç acı olmayan dolmalık biberden, tadı çok keskin acı kırmızıbibere kadar birçok farklı çeşit bulunur. Biberlerin yapısında kapsaisin maddesinin bulunup bulunmaması *Pun1* adı verilen tek bir gene bağlıdır²⁶ ancak diğer genlerin yanı sıra yetiştirilme şartları da kapsaisin maddesini üreten biberlerin ne kadar acı olacağını etkiler.

Kapsaisin üreten bitkilerin bazı yabani biber popülasyonlarının içindeki frekansı, tıpkı fenolik monoterpen üreten bitkilerin yabani kekik popülasyonlarının içindeki frekansı gibi farklılık

gösterebilir. Ayrıca bu farklılıklar, kekik popülasyonlarında olduğu gibi yerel şartlara uyum sağlamak için geçirilen adaptasyonlardan kaynaklanır. Büyük ihtimalle acı biberlerin evrimleştiği ilk yer olan Bolivya'da, yabani *Capsicum chacoense* türü üzerinde yapılan araştırmalarda, bu türün popülasyonlarının polimorfik olduğu; yani bazı bitkilerin acı, bazılarının da tatlı olduğu gözlemlenmiştir. Acı bitkilerin tohumlarında bulunan kapsaisin maddesi bu bitkileri *Fusarium* adı verilen bir mantara karşı korur.²⁷ Bu mantara daha çok biber meyvelerini delerek mantarın içeri girmesine olanak tanıyan bir böcek türünün yaşadığı nemli ortamlarda rastlanır. Bu tür ortamlarda, kapsaisin üreten bitkiler hem avantaj sahibidir hem de çoğunluktadır. Nispeten daha kuru, meyveleri delen böceklerin olmadığı ve mantar enfeksiyonunun düşük seviyelerde kaldığı ortamlarda yetişen biberler arasındaysa acı olmayan bitkilerin çoğunlukta olduğu görülmüştür.

Kapsaisin maddesi tohumları kemirgenlerden ve mantar enfeksiyonlarından koruduğundan doğal olarak acı bitkilerin yalnızca mantar enfeksiyonu riskinin yüksek olduğu ortamlarda değil aynı zamanda kemirgenlerin bulunduğu ortamlarda da

avantaj sahibi olmaları beklenir. O halde daha kuru bölgelerde yetişen bitkilerin çoğu niçin acı değildi? Bunun bu türe ait acı bitkilerin, acı olmayan bitkiler kadar kurak şartlara dayanıklı olmamalarından kaynaklandığı ortaya çıkmıştır. Gerçekten de acı bitkilerin kurak ortamlarda, acı olmayan bitkilerin ürettiklerinin yarısı kadar tohum ürettikleri ancak yeterli miktarda su bulunan ortamlarda böyle bir fark oluşmadığı görülmüştür.²⁸ Bu araştırma bitkilerin kendilerini korumak için ürettikleri kimyasalların bir bedeli olduğunu ve sözkonusu bedelin bu durumda tohumlarla ödendiğini göstermiştir. Evrim meyvelere saldıran böcekler, tohumlara

saldıran kemirgenler ve mantarlar, ayrıca toprağın nemliliği gibi çok sayıda ekolojik etkenin devreye girmesiyle şekillenen faydaları ve bedelleri dengede tutar.

Otlar ve baharatlar evrimin karmaşıklığını, öngörülemezliğini, hatta ironisini ortaya koyar. Bu bitkiler doğal seçim tarafından, onları öğle yemeği olarak yemek isteyen hayvanlar üzerinde caydırıcı etki yaratan silahlarla donatılmıştır ancak biz onları özellikle de bu zehirleri yüzünden seviyor ve rahatlıkla yemeklerimizin içine katıyoruz. Eğer

baharatlar bazen duyularımızın kölesi olabileceğimizi izlenimini uyandırıyor, o zaman tatlılar hepimizin ortak zaafı ve en masrafsız lüksümüzdür.

10* TATLILAR

Zevk

Müziği tatlı bir şarap gibi akıp giden dâhi besteci Mozart enerjisini, modern Rönesans adamı, opera direktörü ve gurme Fred Plotkin'e¹ göre Viyana'nın meşhur pastaları ve hamur işi tatlılarından alıyordu. Viyana pastacılık sanatının başkenti ve tatlı düşkünlülerinin varabilecekleri son nokta olmalı. Burası tarçınla tatlandırılmış elmanın çok katmanlı yufkaya sarılıp fırına verilmesiyle ortaya çıkan ve üzerine tereyağı sürülüp pudra şekeri serpiştirilen lezzetli *Apfelstrudel'in* anavatanıdır. Burası iki işletmenin, çoğu kişinin uğrunda ölümü bile göze alabileceği klasik bir çikolatalı Viyana pastası olan *Sachertorte'nin* esas üreticisi olduğu iddiasını doğrulamak için yedi yıl boyunca hukuk savaşı verdiği şehirdir.

Tatlılar yemek pişirme sanatında hatırı sayılır derecede ustalık ve bol miktarda hayal gücü gerektirir, her ne kadar hazırlık aşamasında çok farklı tatlar kullanılıyor ve bol miktarda emek harcanıyor

olsa da tatlılar sadece üç temel malzemeden oluşur: karbonhidratlar (şeker ve nişasta), yağ ve beceri. Örneğin *Baked Alaska*'yı ele alalım. Bu dondurma dolgulu, fırınlanmış bir pastadır. Dondurmanın yalıtım malzemesi görevi gören bir bezenin içinde fırına verilmesiyle pişirilir ve bunun sonucunda tek bir tabakta hem fırının sıcaklığını hem de buzun soğukluğunu algılayabileceğiniz şaşırtıcı bir karışım elde edilir. *Baked Alaska*'nın tersine çevrilmiş, daha dâhiyane bir versiyonu olan *Frozen Florida*, düşük sıcaklık fizikçisi ve moleküler gastronominin öncülerinden Nic-holas Kurti (1908-1998) tarafından icat edilmiştir. *Frozen Florida* donmuş suyun mikrodalgalar için geçirgen bir katman oluşturmamasından faydalanılarak, etrafı dondurmaya kaplı reçel dolgunun mikrodalga fırında ısıtılmasıyla hazırlanır. Bu tatlıların hazırlanmasında olağanüstü düzeyde yaratıcılık sergilenmiş olmasına rağmen tatlıların ilki temelde şekerle kaplı yağdan İkincisiyse yağla kaplı şekerden oluşur. Bu elbette ki tatlıların nasıl hazırlandığını anlatan bir yemek tarifinde veya bir yemek kitabında kullanılabilecek en yetersiz ve faydasız ifadedir, ancak evrim açısından tatlıların temelde ne anlama geldiğini gösterir: kalori.

Karbonhidratı ve yağı niçin bu kadar sevdiğimizi anlamak için insan dürtülerinin evrimini derinden incelemenize gerek yok: Ne de olsa bunlar, vücudumuzda kendilerine adanmış belirli tat reseptörleri olan saf enerji kaynaklarıdır (5. Bölüm). Tat alma organlarımızın üzerindeki tatlı reseptörleri, tatlı gıdaların içindeki şekerleri ve tükürüğümüzdeki a-amilaz enzimi sayesinde nişastanın parçalanmasıyla açığa çıkan glikozu algılar. Glikoz, sukroz ve diğer şekerler kimyasal yapıları itibarıyla basit karbonhidratlar olarak tanımlanır ancak nişasta, glikozun polimeri olan karmaşık bir karbonhidrattır. Basit ve karmaşık karbonhidratlar arasındaki fark, ilerleyen bölümlerde de göreceğimiz üzere beslenme açısından oldukça önemlidir. Tükürük, yağları parçalayan ve tat alma organlarımızda kendilerini algılamak için özelleşmiş reseptörleri uyaran yağ asitlerinin serbest bırakılmasını sağlayan lipaz enzimini de içerir. Dolayısıyla evrim bizi, yüksek miktarda enerji içeren, çok sevdiğimiz bu iki besin türünü de algılayabileceğimiz şekilde donatmıştır.

Glikoz şekeri her canlı türüne enerji sağlayan evrensel bir yakıttır. Bitkilerin, böceklerin, mayaların

ve insanların tümü bu biyolojik yakıtı takas eder veya çalar. Glikoz şekeri hayvanlarda damarlar aracılığıyla çözelti halinde, bitkilerdeyse bir birim glikoz ve iki birim fruktozdan oluşan bir şeker molekülü olan sukroz halinde taşınır. Bu Kanadalı çiftçilerin bahar aylarında akçağaçlarından topladıkları tatlı sıvı öz-suyudur. Akçağaçlardan elde edilen öz-suyu yalnızca yüzde 2 oranında şeker içerir ve bu sıvının akçağaç şurubuna dönüştürülebilmesi için, şeker oranı ve tadı arzu edilen kıvama gelene dek kaynatılması gerekir. Diğer taraftan, tropikal bir ot olan şeker kamışı, yüzde 20 oranında şeker içeren öz suyuna sahiptir. Bu bitki muhtemelen 8000 yıl önce Yeni Gine’de evcilleşmiştir ve günümüzde tropikal kuşağın her yerinde yetiştirilir.² Şeker kamışının öz suyu o kadar tatlıdır ki bu bitki geleneksel olarak, sapı soyulup içindeki doku çiğnenerek tüketilir.

Balanlarını ve polenleri yayan diğer böcekleri çiçeklere çeken ana ödül çiçek nektarlarının içerdiği şekerdir. Nektarla beslenen böcekler, bitkilerin güneş enerjisiyle işleyen kaynaklarından topladıkları şekerleri binlerce metre boyunca uzanabilen kablo-suz bir enerji şebekesi aracılığıyla yayarak türümüz

de dahil tüm hayvanların bu ilkel kalori kaynağına erişim sağlamalarına olanak tanır. Balarıları nektarın içerdiği suyun miktarını azaltıp şekerin konsantrasyonunu yüzde 80'in üzerine çıkararak nektarı bala dönüştürür. Şekerin konsantrasyonu bu seviyeye ulaştığında, şeker müptelası mayalar nektarı fermente edemez. Şeker yüksek konsantrasyonlarda koruyucu işlevi görür. Reçellerin, marmelatların, meyveli şekerlemelerinin ve balın buzdolabına konmadan güvenli şekilde saklanabilmesinin nedeni budur.

Glikoz yakıt olarak kullanılmasının yanı sıra özellikle de bitkilerde, selüloz gibi yapısal bileşiklerin inşasında görev yapan karbon atomlarının kaynağı olarak kullanılır. Bir çubuğa sarılmış pamuk şekerle, glikoz moleküllerinden inşa edilen bir polimer olan saf selülozdan ibaret ham pamuk arasında kimyasal açıdan çok az fark vardır. Bizim için birincisi yiyecek, İkincisiyse hazmedemediğimiz bir maddedir ancak şekerin bu iki haliyle tam olarak zıt bir ilişki içinde olan çeşitli organizmalar vardır. Yalnızca bitki yiyerek yaşayan ineklerin ve diğer hayvanların selülozu sindirebilmeleri gerektiğini düşünebilirsiniz ancak hiçbir hayvan bunu yapabilecek

enzimlerle donatılmamıştır ve hayvanlar, bu işi kendileri adına yapması için bağırsaklarının içinde yaşayan mikroorganizmalara bağımlıdır. Selüloz bu bakteriler için hem aperiatif hem ana yemek hem de tatlı yerine geçer.

Bal tatlı menüsünde yer alan en eski yiyecektir. Orangutanlar ve şempanzeler arı kovanlarının içine sopa batırarak bal çıkarır, ayrıca arı larvalarını da yiyerek tatlının yanına garnitür olarak protein de eklerler. Kuzenlerimiz olan büyük insansı maymunlar tarafından da tüketilen bir yiyecek olduğuna bakılırsa balın, insanların ve şempanzelerin ataları 5 milyon yıldan uzun bir süre önce birbirlerinden ayrılmadan evvel bile hominin diyetinin bir parçası olması yüksek bir ihtimaldir.³ Bu elbette spekülasyondur ve bal yeme alışkanlığına dair Paleolitik dönem öncesine ait kesin bulgular elde edilmemiştir. 25 bin yıl önce, İspanya'daki meşhur Altamira Mağarası'nı mamut bozkırında gürleyerek dolaşan devasa hayvanların resimleriyle süsleyen ressam, yabanöküzlerinden oluşan bir ana yemeğin yanında sunulan ufak bir tatlı gibi, yan tarafta yer alan daha küçük ebatlı bir mağaranın duvarlarına da arılar, bal petekleri ve bal toplamak için

kullandıkları merdivenlerin resimlerini çizmiştir.

Paleolitik dönemden kalan benzer bal toplama sahnelerinin tasvir edildiği mağara resimleri dünyanın dört bir yanında karşımıza çıkar ama bunun örneklerine en çok Afrika'da rastlanır. Afrika'da yaşayan, günümüzdeki bazı avcı toplayıcıların beslenme alışkanlıkları, balın bu insanların varlığını sürdürmesi için ne kadar önemli olabileceğini ortaya koyar. Demokratik Kongo Cumhuriyeti'nin sınırları içindeki Ituri Orman'nda yaşayan Efe halkı her yıl yağmur mevsiminin iki ayı boyunca neredeyse tamamen bal, arı larvaları ve polen yiyerek yaşar ve her birey günde yaklaşık üç orta boy kavanoza denk düşecek miktarda bal tüketir. Tanzanya'da varlıklarını sürdüren Hadza halkının yıl boyunca bu kadar aşırıya kaçmadan, daha makul miktarlarda bal tüketmeleri muhtemelen avcı toplayıcıların beslenme alışkanlıklarını daha iyi temsil eder.⁴ Bu insanlar, gövdesinde ve dallarında yer yer -halanlarının kovan yapması için uygun- oyuklar bulunan baobab ağaçlarının serpiştirilmiş olduğu geniş çayır- larda yaşıyordu. Hadza halkı diyetlerindeki kalorilerin yüzde 15'ini bal- dan temin ediyordu. Hadza halkı ve Afrika'da varlığını sürdüren diğer avcı

toplayıcılar, bilimsel adından da açıkça anlaşılacağı üzere, halanlarının kovanlarını bulmasına yardımcı olan *Indicator indicator* veya balkılavuzu diye anılan kuşla olağanüstü bir simbiyotik ilişki içindedir.

Balkılavuzları böceklerle ve ele geçirebildiklerinde arı larvaları ve balmumuyla beslenir. Bu kuşlar bal tüketmez ancak arı kovanlarını aradıkları, hatta sabahın serin saatlerinde, arılar onları sokmaya-
cak kadar uyuşuk olduğunda, başlarını kovanların girişinden içeri sokarak arıların içeride ne gibi faaliyetler yürüttüğünü kontrol ettikleri görülmüştür. Balkılavuzları kendi imkânlarıyla arı kovanlarının içine erişim sağlayamaz. Bunun yerine Hadza kamplarına giderek orada yaşayan insanlar tarafından kuşları takip etmeleri için bir çağrı olarak algılanan karakteristik sesler çıkarıp öter ve insanlardan yardım ister. Hadza halkı da bir kilometre uzaktaki balkılavuzlarını bile yanlarına çekebilen kendi çağrı yöntemlerini geliştirmiştir.⁵

Balkılavuzlarıyla insanlar arasındaki bu ilişki ilk olarak 17. yüzyılda kayıt altına alınmış ve yakın zamana kadar bu döneme ait anekdotların romantik birer efsane olduğu düşünülmüştür. Ancak yapılan bilimsel araştırmalar balkılavuzları ve

insanların, tıpkı Afrikalı avcı toplayıcıların iddia ettiği gibi kendi aralarında iletişim kurduklarını ve gerçekten de bal bulmak için işbirliği yaptıklarını ortaya koymuştur. Baobab ağaçlarının üzerinde bir balansı kovanı bulunduğunda, Hadza erkekleri bal-tayla şekillendirdikleri sivri ahşap kazıkları ağacın dalsız alt gövdesine çakarak arı kovanlarına ulaşmalarına olanak tanıyan bir merdiven oluşturur. Ardından ucu yanan bir sopa kullanarak kovanın içindeki arıları, günümüzde arıcıların yaptığı gibi dumanla etkisiz hale getirip kovanları baltalarıyla ağaçtan söküp çıkarırlar. Balkılavuzlarıyla insanlar arasındaki ilişki her iki canlı için de karşılıklı fayda sağlar. Hadza bal avcıları, balkılavuzlarından yardım aldıklarında kovanların yerini, kuşun yardımı olmadan buldukları zamana göre en az beş kat daha hızlı bulurlar.⁶ Dahası, balkılavuzlarının bulduğu kovanlar genelde avcıların bulduklarından daha büyüktür ve çok daha fazla bal içerir. Bunun karşılığında da balkılavuzları normalde erişemeyecekleri besin kaynaklarına erişim sağlar.

Peki ama balkılavuzlarıyla insanlar arasında böyle bir ilişki nasıl gelişti? Bu konuda ortaya atılan fikirlerden biri, bu kuşun insanlara kılavuzluk

etmesine yol açan davranışlarının, farklı türlerle yaptığı işbirlikleri sayesinde gelişmiş olduğudur. Genel anlamda etçil olan ve arada sırada arı kovanlarını yağmalayan balporsuklarına da yol gösteren balkılavuzunun bu davranışını daha sonra insanlara göre de uyarladığı düşünülür. Bu hipotez kulağa mantıklı gelse de bu kuşları gözlemleyen bilimciler onların insanlardan başka hiçbir canlı türüne kılavuzluk ettiğine şahit olmamıştır. Dolayısıyla bu simbiyotik ilişkinin kökenlerinin antik çağlara dayanması ve belki de türümüzün evrimleşmesinden önce gelişmiş olması, en azından ihtimal dahilinde sayılmakta hatta belki de yüksek ihtimal olarak görülmektedir.

Ateş üzerinde kontrol sağlanması, insanlarla kuşlar arasındaki ilişkinin temellerinin atılması için büyük önem arz etmiş olmalıdır çünkü insanlar kovanlardaki halanlarını etkisiz hale getirmek için dumanndan faydalanır. Bu yüzden bu simbiyotik ilişkinin, yemeklerini ateşte pişirdiklerine inandığımız atalarımız *Homo erectus'lann* yaşadıkları dönemde gelişmiş olma ihtimali yüksektir, insanlarla balkılavuzları arasındaki ilişkinin kökenlerinin daha eski tarihlere dayanıyor olabileceği de ileri sürülmüştür.

Homo erectus türünden daha eski tarihlerde yaşamış homininlerin günümüzde dünyanın dört bir yanında varlıklarını sürdüren çeşitli insan toplulukları gibi, arıları pasifleştirmek ve kendilerini sokmaları durumunda acılarını dindirmek için yabani otların caydırıcı ve koruyucu özelliklerinden faydalanmış olabilecekleri, dolayısıyla insanlarla baskılayıcıları arasındaki bu ilişkinin kökenlerinin sanıldığından daha da eski tarihlere dayanma ihtimali olabileceği de ileri sürülmüştür.⁷ Tatlı yiyeceklere duyduğumuz ilgi bizi, cesaretimizi toplayarak arıların acı veren, hatta bazı durumlarda ölümcül olabilen iğnelere aldırış etmeden ballarını toplamaya ne kadar uzun zaman önce teşvik etmiş olursa olsun, ballarının hayvanlar tarafından çalınması, şüphesiz arıların iğnelerinin evrimleşmesine yol açan ilk etkindir, iğnesi olmayan çok sayıda farklı arı türü de mevcuttur ancak bu türler daha az bal ürettikleri veya hiçbir şekilde bal üretmedikleri ufak kovanlar yapar.

Balarılarının gıpta edilen, kalori yüklü besin kaynaklarını koruması gibi bitkiler de, aldıkları ödül karşılığında polenlerini yayma görevini yerine getirmeden onları çalmaya çalışan hırsızlara karşı nektarlarını korur. Bu yüzden, doğal seçilim birçok

çiçek türünün nektarlarını, yalnızca yeterince uzun hortumlara sahip sadık polen yayıcıların erişebileceği uzun tüplerin altına gizlemiştir. Bazı durumlarda bitkilerin nektarı zehirli de olabilir. Bu gibi bitkilerin zehirlerinin, nektarlarını hırsızlar karşısında koruyup korumadığı ya da nasıl koruduğu tam olarak bilinmese de içerdikleri zehrin, yarattığı etki bakımından seçici olması koruyucu işlev de görebileceği izlenimini uyandırır. Zehirli nektar batanları üzerinde caydırıcı etki yaratmaz ancak bu nektarlardan üretilen balı yiyen insanlar ciddi rahatsızlıklar geçirebilir. Dolayısıyla zehirli nektarlar, memelilerin onları yemesini engelleyen caydırıcı bir etkiye sahipken kendilerini ziyaret eden polen yayan böcekler üzerinde herhangi bir cesaret kırıcı etki yaratmıyor olabilir. Zehirli nektarlar R. *Ponticum*'un dahil olduğu bir dizi *Rhododendron* türüyle, zakkum diye bilinen *Nerium oleander* ve dağ defnesi diye bilinen *Kabnia latifolia* gibi bitkiler tarafından üretilir.

Antik Yunan coğrafya bilimcisi Strabo'nun anavatanı günümüzde Türkiye sınırlarında yer atan, Karadeniz kıyılarındaki Pontus'tur; adını sonradan zehirli *Rhododendron ponticum* bitkisine veren

Pon-tus. Strabo, *Rhododendron* türlerinin çiçek açtığı dönemlerde üretilen yerel balın zehirleyici etkisinden haberdar olan Pontus halkının, Roma generali Pompey önderliğindeki birliklerin ilerlediği güzergâh üzerinde zehirli bal petekleri bırakarak yağmacı ordusunu nasıl alt ettiklerinin hikâyesini anlatmıştır. Tatlı yemi yiyen üç zırhlı birlik zayıf düşürülüp yok edilmiştir.

Bir kaşık balın besin değerinin yarattığı imaj ve bize verdiği katıksız zevk, balın bazen zehirli olabileceği fikrinin modern zamanlarda insanlar arasında büyük kuşku uyandırmasına yol açmıştır. *Britannica Ansiklopedisinin* 1929'da yayımlanan baskısında yer alan bir makalenin yazarı, *Natural History* [Doğa Tarihi] kitabında Karadeniz yöresinde “deli bal” olarak adlandırılan zehirli bir bal türü olduğunu açıklayan antik Roma dönemi yazarı Yaşlı Plinius’la alay etmiştir. Pliny deli balın nörotoksik etkilerinin zehirli yapraklara sahip oldukları bilinen mor çiçekli orman gülü, açelya ve zakkum bitkilerinin nektarlarından kaynaklandığını doğru bir şekilde saptamıştır ama *Britannica Ansiklopedisi*, “Bu yaşlı yazarlar tarafından anlatılan belirtiler yüksek ihtimalle balın aşırı miktarda tüketilmesinden

kaynaklanır,” ifadesine yer vererek gerçekleri görmemeyi tercih etmiştir.⁸ Türkiye’de deli bal zehirlenmeleriyle nadiren de olsa hâlâ karşılaşılır.⁹ Bu vakaların büyük çoğunluğu yaşları ilerledikçe zayıflayan cinsel güçlerini canlandırmak için deli balı tüketen orta yaşlı erkekler arasında görülür.¹⁰

Bu şekerli bitki özü, doğa piyasasında nakledilebilen, çalınabilen, biriktirilebilen ve harcanabilen sıvı bir para birimiyse yağlar da banka hesabında duran, vücudun içinde gerektiği zaman kullanılmak üzere saklanan kişisel bir mevduat hesabıdır. Tereyağındaki yağ, aynı ağırlıkta şekerin içerdiği kalori- nin iki katından fazlasını içerir. Yağ çoğu yemeğin içeriğinde yer alır. Yağ içermeyen bir tatlı tarifiyle nadiren karşılaşılır. Bunun tek nedeni, yağın kendi başına oldukça lezzetli bir malzeme olması değildir; yiyeceklere lezzet katan birçok molekülün yağların içinde çözünmesi, bu moleküllerin koku reseptörlerine taşınması için de yağlara gerek duyulmasına neden olur.

Bitkiler tarafından tohumlarına enerji sağlamak için üretilip depolanmak da dahil yağlar çok çeşitli şekillerde karşımıza çıkar. Çikolatanın ağızımızda eriyen eşsiz lezzeti, *Theobroma cacao* bitkisinin

tohumlarının mutlu bir tesadüf eseri vücut ısıımızda eriyen yüklü miktarda yağ ve teobromin adı verilen uyarıcı bir alkaloit içermesinden kaynaklanır. Bu karışıma bir de şeker ekleyin, ortaya çıkan sonucun neredeyse bağımlılık yapması şaşırtıcı mı? Tatlılar tek başına aşırı kalori tüketiminin sorumlusu değildir, ancak kalori bombası olarak nitelendirilebilecek bir pasta, insanların aşın kilolu veya obez olmasının günümüzde niçin kamu sağlığını tehdit eden büyük bir sorun haline geldiğini açıklayan iyi bir örnektir.

Şeker ve yağ gibi konsantre temel enerji kaynaklarının niçin karşı konulamaz derecede lezzetli oldukları evrim açısından bir bilmece değil ama onları tüketmek bizim için niçin bu kadar zararlıdır? Karbonhidrat ve yağ içeriği açısından zengin yiyecek ve içeceklerin tüketilmesiyle çok az enerji harcamamızı gerektiren hareketsiz yaşam tarzlarının birleşmesi, obezitenin tüm dünyaya yayılmasına yol açan temel etkenlerdendir. ABD’de yaşayan yetişkin nüfusun üçte biri, hastalığın tanım gereği vücut kitle indeksleri (VKI) 30 veya daha yüksek olan obez bireylerden oluşur. VKI insanların kilogram cinsinden ölçülen ağırlıklarının, metre cinsinden ölçülen

boylarının karesine bölünmesiyle elde edilen orandır. Amerikan nüfusunun diğer üçte biri de fazla kiloludur.¹¹ Vücut kitle indeksi 25 ila 30 olanlar fazla kilolu olarak tanımlanır. Yani ABD nüfusunun üçte ikisi yakabildiğinden fazla kalori almakta ve vücutlarının ihtiyaç fazlası kalorileri yağ olarak depolamasına neden olmaktadır.

Bu durum gelişmiş ülkelerin çoğunda aşağı yukarı aynıdır. Britanyalı erkeklerin üçte ikisi ya fazla kilolu ya da obezdir ve Avrupa'nın batısında da ortalama yüzde 61'dir. Kuzey Amerika ve Avrupa'da fazla kilolu kadınların yüzdesi fazla kilolu erkeklerden biraz daha azdır ve obez kadınların yüzdesi obez erkeklerin yüzdesinden biraz daha fazladır. Durum Asya kıtasında o kadar kötü değildir. Japon erkeklerin dörtte birinden fazlası ve Japon kadınların yüzde 18'i fazla kiloludur, ancak obez insanların yüzdesi Batı ülkeleriyle kıyaslandığında çok azdır (yüzde 3 ila yüzde 5).

Gelişmekte olan ülkeler arasında büyük farklılıklar görülse de aşırı kilo bu ülkelerin çoğunda bir sorundur. Mısır'da, erkeklerin yüzde 71'i ve kadınların yüzde 80'i ya fazla kiloludur ya da obezdir. Bu oranlar Meksika'da, erkekler ve kadınlar için yüzde

67 ve 71'dir. Bu oranlar gelişmekte olan ülkeler arasında daha düşüktür, ama bu ülkelerin toplam nüfusu çok büyüktür ve bu yüzden dünya üzerindeki obez insanların yüzde 62'si gelişmekte olan ülkelerde yaşamaktadır. Açlık yok edilememiştir, ancak bu istatistikler geçmişte gelişmekte olan ülkelerle ilişkilendirilen fakirlik ve yetersiz beslenme imajlarıyla çarpıcı bir tezat oluşturur.¹² Hindistan günümüzde iki tür sağlıksız beslenme sorunuyla karşı karşıyadır: Nüfusun bir kısmı yeterince beslenememekte, giderek büyüyen bir kısmı da gereğinden fazla yiyecek tüketmektedir.

Aşırı kilolar metabolik sendromun yani kötüye alamet bir kuş sürüsü gibi kümelenen bir dizi hastalığın baş göstermesine yol açabilen önemli bir risk faktörüdür: yüksek tansiyon, kalp ve damar hastalıkları, tip 2 diyabet ve kan dolaşımının trigliseritler (yağ) ve kötü kolesterolle aşırı yüklenmesi. Tip 2 diyabet vücudun yakıtını -kan şekerini (glikoz)- düzenlemeye yarayan sistemin düzensiz çalışmasıdır. Normalde, karbonhidrat tükettiğimizde kandaki glikoz konsantrasyonu aniden yükselir, pankreas buna tepki vererek kan dolaşımına insülin hormonu salar ve bu hormon da vücuttaki hücrelerin

kandaki glikozu içine alarak kullanmasını ve fazlalığı yağa dönüştürmesini sağlar. Bu süreç kan şekeri düşüren, insülin üretimini yavaşlatan ve işlerin oruç tutma durumuna döndüğü bir geribesleme döngüsü meydana getirir. Tip 2 diyabet vücut hücrelerinin uzun yıllar sonra insüline tepki vermemesine yol açan kronik bir hastalıktır. Hastalık ilerledikçe, kandaki insülin ve glikoz seviyeleri giderek artar çünkü normalde bu maddelerin kandaki miktarını düzenlemekten sorumlu olan geribesleme döngüsü bozulur.

Tip 2 diyabetin giderek artması, bir boyutuyla evrimle yakından alakalı bir sağlık sorunudur çünkü bu hastalığa yatkınlık aileden gelir ve bu da bizi bir bilmeceyle baş başa bırakır. Bu hastalık hem kadınlarda hem erkeklerde doğurganlık kapasitesini ve ortalama yaşam süresini yaklaşık on bir yıl azalttığından, bireylerin bu hastalığa yakalanmaya yatkın olmasına yol açan genetik varyantların uzun bir süre önce doğal seçim tarafından popülasyondan silinmesi gerekirdi, ancak hastalığın görülme oranının yüksekliği bu varyantların silinmediğini gösterir. Bunun olası iki nedeni vardır. Birincisi sözkonusu genler yalnızca aşırı kilolu insanlar üzerinde

istenmeyen etkilere yol açtıklarından, popölasyon üzerinde çok yakın zamana kadar ciddi boyutlara ulaşan olumsuz etkiler yaratmamıştır. Obezitenin günümüzde olduğu gibi ciddi bir sağlık sorununa dönüşmesinden evvel, bu genleri taşıyan çok az sayıda insan hastalığa yakalanabilecek kadar obezdi. Bu hipoteze göre, asıl sorun yalnızca bu genlere sahip olmaktan değil, aşırı kilolarla, tip 2 diyabete yatkınlığa neden olan bu genlerin bir arada bulunmasından da kaynaklanır.

Bu konuda ortaya atılan bir başka hipotez de günümüzde bireylerin tip 2 diyabet hastalığına yakalanmaya yatkın olmalarına yol açan genlerin bir zamanlar kendilerine avantaj sağlayan bir özellik kattığı ve günümüzde ortaya çıkan istenmeyen etkilerin de bu özelliğin kalıntılarını temsil ettiğidir. Bu fikir ilk defa 1962'de, Michigan Üniversitesi'nde görev alan ve diyabet hastalığının niçin nesilden nesile aktarıldığını açıklamaya çalışan tıpcı biliminsanı James Neel¹³ tarafından ortaya atılmıştır. Neel bazı insanlara, aynı diyetle beslenmelerine rağmen diğer insanlardan daha fazla yağ depolamalarına yol açan bir dizi gen (genotip) miras kaldığını ileri sürmüştür. Bu genotipin mevcut

besin kaynaklarının çeşitli etkenlerden dolayı azalıp çoğaldığı Paleolitik dönemde insanlara büyük avantaj sağladığını iddia etmiştir. Neel para harcamak konusunda dikkatli davranmanın faydalarıyla benzerlik kurarak bu genotipe “tutumluluk genotipi” adını vermiştir. Tıpkı tutumlu davranarak kötü günler için para biriktirmemiz gibi, tutumluluk genotipi de vücudumuzda aç kalarak geçirmek zorunda kalabileceğimiz haftalar için yağ biriktirir. Neel’in tutumluluk genotipi hipotezi, eskiden besin kaynaklarının kıt olduğu zamanlarda evrim tarafından kayırdan genlerin, besin kaynaklarının bol olduğu modern ortam şartlarında, taşıyıcıları için zararlı hale geldiğini ileri sürer. Günümüz şartlarında bu genotipe sahip insanlar gereğinden fazla yağ depolar ve bu durum hastalanmalarına yol açar.

Bu hipotezin ortaya atılmasından bu yana neredeyse 60 yıl geçmiş olsa da tutumluluk genotipi hipotezi hâlâ modern diyabet salgınının nedenlerini izah etmek için yaygın olarak kullanılan bir açıklamadır. Bilimin konuyla ilgili tüm alanlarda 1%2’den bu yana büyük gelişmelere imza atılmıştır ve bu yüzden artık bu hipotezin aradan geçen süre boyunca elde edilen bulgular karşısında hâlâ

geçerliliğini koruyup korumadığını sorgulayabiliriz. İlk olarak, James Neel'in hipotezinin temel dayanağını oluşturan, Paleolitik dönemdeki avcı toplayıcıların yaşam tarzları, onları, kendisinin ve diğer insanların inandığı gibi, dönüşümlü olarak bolluk ve kıtlık şartlarına maruz bıraktığı için fizyolojimizin zamanla bu değişken şartlara adapte olduğu varsayımını inceleyerek başlayalım. Bu tez ikiye ayrılarak irdelenebilir: Paleolitik dönemde sıklıkla kıtlık dönemlerinin yaşandığı varsayımı ve şişman olmanın kıtlık dönemlerinde sağladığı avantajların, geri kalan zamanlarda oluşturduğu tehlikelerden ağır bastığı fikri. Bu görüşlerin her ikisine de zaman içinde meydan okunmuştur.

Bu görüşlere meydan okuyanların tezlerini dayandırdığı iki tür delil bulunur: San halkı gibi varlıklarını Afrika'nın güneyinde Paleolitik dönemde yaşayan atalarıyla aşağı yukarı aynı şekilde sürdürdükleri varsayılan modern avcı toplayıcıların yaşam tarzları ve obezliğin genetik nedenleri. Yakın zaman önce yapılan ve yaşamlarını farklı şekillerde sürdüren toplulukların hangi sıklıkta kıtlığa maruz kaldıklarının karşılaştırıldığı bir araştırmada avcı toplayıcı toplumların, benzer ortamlarda yaşamlarını

sürdüren çiftçilerden daha seyrek kıtlığa maruz kaldıkları ortaya çıkmıştır.¹⁴ Tarım, getirisi yüksek olsa da riski de fazla olan bir yaşam biçimidir, çünkü popülasyonlar bereketli yıllarda çok fazla büyüdüğü gibi hasadın kötü geçtiği yıllarda ciddi kıtlıklara maruz kalabilir. Avcı toplayıcılar kıtlığa karşı daha dayanıklıdır çünkü nispeten küçük popülasyonlara sahiptirler ve yaşamlarını sürdürmek için çok çeşitli besin kaynaklarından faydalanırlar. Dahası, yaşayan avcı toplayıcıların tahmini VKİ'si, normal seviyenin (VKİ'nin 20 civarında olması) alt sınırında olduklarını ve modern yaşam tarzlarını ve beslenme alışkanlıklarını benimsemedikleri sürece, vücut yapılarının kıtlık dönemlerinde kullanılmak üzere yağ depolamaya meyilli olmadığını gösterir.¹⁵

Dolayısıyla kendimize Taş Devri'nde yaşamış atalarımız hakkında anlattığımız hikâyelerden biri olan Paleo diyeti (1. Bölüm) de görünüşe bakılırsa gerçeklere dayanmaktan çok *Taş Devri* çizgi filmi anımsatır. Ancak, bu durum tutumluluk genotipi hipotezini tamamen çürütmez ve fikrin aslı üzerinde ufak değişiklikler yapılmasına izin verilirse bu hipotezi olduğu gibi bir kenara atmamıza gerek kalmaz. Tarımın insan türünü kıtlıklarla tanıştırdığı

iddia edildiğinde, tutumluluk genotipinin sağladığı avantajların daha evvel yaşamış olan topluluklarda değil, yaşamlarını tarımla sürdüren topluluklarda görülmesi gerektiği savunulabilir. Neel'in hipotezini bu fikre uyarladığımızda tutumluluk genotipinin tarımın icadından sonra, kıtlıklara maruz kalma ihtimali daha yüksek bu yaşam tarzı yüzünden evrimleşmiş olduğu söylenebilir mi?

Neel'in fikrinin geliştirilmiş versiyonu olan bu tezin tutarlı olması için tutumluluk genotipinin çok daha hızlı evrimleşerek yayılmış olması gerekirdi çünkü tarımın başladığı Neolitik dönem en fazla 12 bin yıl öncesine dayanır. Ancak bu süreçte farklı değişimler de meydana gelmiştir. İnsan genomu üzerinde yapılan büyük ölçekli araştırmalar sonucunda, son 12 bin yıl içinde meydana gelen bir dizi genetik değişiklik tanımlanmıştır ancak bunların hiçbirisi bireylerin tip 2 diyabet hastalığına yakalanmaya yatkın olmalarına yol açan genotipin niçin yaygınlaştığını açıklamaz.¹⁶ Hatta, bilakis, Neolitik dönemden bu yana faaliyet gösteren doğal seçilimin bazı popülasyonlarda tip 2 diyabet hastalığını artıran değil, azaltan alelleri (gen varyantlarını) kayırdığına dair genetik bulgular elde edilmiştir.¹⁷

Belki de böyle bir yayılımla karşılaşmayı beklememiz gerekir çünkü James Neel'in 1962'de açıklamaya teşebbüs ettiği tip 2 diyabet hastalığına yakalanma eğilimi artık küresel bir salgına dönmüştür. Bazı ailelerin bu hastalığa yakalanma olasılıklarının niçin diğer ailelerden daha yüksek olduğunu sorgulamak 1962'de mantıklı olsa da günümüzde insan popülasyonunun hatırı sayılır bir kısmı aşırı kilolduğundan dolayı bu hastalığa yakalanma riski taşıdığından, bu soruyu sormamızın artık o kadar önemi kalmamıştır. Hatta bazı insanlarda tip 2 diyabet hastalığına yakalanma eğilimi oluşturan genleri aramaktansa, bazı şanslı bireylerin bu hastalığa yakalanmalarını engelleyen genleri araştırmamızın daha mantıklı olacağı da savunulabilir.

Tutumluluk genotipi hipotezinin çürütülmesi evrim biyolojisinin diyabet salgınının nedenlerini aydınlatamayacağı anlamına mı gelir? Hayır, hatta aydınlatmanın doğasına rağmen sorunun farklı bir yönüne ışık saçabilir. Burada sorulması gereken asıl soru niçin bazı insanların bu hastalığa yakalanmaya nispeten daha meyilli oldukları değil, insan fizyolojisinin evrimleşme sürecinde geçirdiği hangi değişimin çoğumuzu bu hastalığa karşı savunmasız

bıraktığıdır? Bu soru doğal olarak bir soruyu daha akla getirir: İnsanların beslenme düzeninde yalnızca birkaç on yıl içinde bu hastalığa karşı küresel bir zafiyet oluşturabilecek ne gibi bir değişiklik olmuştur? California Üniversitesi'nin San Francisco yerleşkesinde endokrinoloji uzmanı Dr. Robert Lustig'e¹⁸ göre, bu iki soruyu tek bir kelimeyle cevaplamak mümkündür: fruktoz.

Fruktoz, glikoz şekerinin daha tatlı ve daha ölümcül ikizidir. Fruk-tozla glikoz birleşerek sukroz moleküllerini oluşturur. Bir gram fruktoz, bir gram glikozdan iki kat daha tatlıdır ve bitkiler meyvelerini bu şekerle doldurarak onları türümüz de dahil tüm hayvanlar için fazlasıyla çekici kılar. Meyveler olgunlaşırken onları uzaklara taşıyabilecek hayvanların ilgisini çekebilmek için giderek daha da tatlanıp daha da güzel kokar. Bu sayede hayvanlar bitkilerin tohumlarını, büyümelerini teşvik eden dışkılarının içinde tortulaşmaları için uygun şartların sağlandığı ortamlara bırakır. O halde meyveler, bitkilerin genlerinin değerli nakliyesi için tek kullanımlık paket işlevi görür. Meyvelerin içerdiği besin maddeleri yol parasıdır; yol parasını alan kuş, yarasa veya primat nakliyecidir ve bitkilerin bakış açısından

değerlendirildiğinde, tohumların varış noktası da gelecek nesillerin yetişmesini güvence altına alacak uygun yerdir.

Yiyecek ve içecek üreticileri meyvelerle aynı taktiği kullanarak bir enzim aracılığıyla mısır şurubunun içindeki glikozun bir kısmını frukto-za dönüştürüp yüksek fruktozlu mısır şurubu elde eder (YFMŞ). YFMŞ öyle ucuz, öyle tatlı ve öyle baş belası bir lezzettir ki üreticiler işlenmiş gıdaların ve içeceklerin çoğunda kullanır. Fruktoz tüketimi geçtiğimiz 30 yıl içinde iki katına çıkmıştır ve obeziteyle metabolik sendromun yaygınlaşmasında önemli bir rol oynadığına işaret eden bulguların sayısı giderek artmaktadır.¹⁹

Beslenme alışkanlığıyla, kilo almak ve kilo vermek arasındaki ilişki hakkında geniş kitlelerce benimsenmiş geleneksel görüş, vücutlarımızın kaloriler için bir tür banka hesabı olarak işlev gördüğüdür. Charles Dickens'ın *David Copperfield* romanında Bay Micawber, David'e bir tavsiyede bulunur: "Yıllık gelir 20 sterlin, yıllık harcama 19,96 olursa sonuç mutluluktur. Yıllık gelir 20 sterlin, yıllık harcama 20 sterlin ve 6 pens olursa sonuç hüsrandır." Hüsranın ne olduğunu anlamak için "açlık", mutluluğun

ne olduğunu anlamak içinse “şişmanlık” hakkında yazılanları okuduğunuzda, parayla kalorilerin birbirlerine neredeyse tıpatıp benzediklerini göreceksiniz. Gerçekten de hem bu benzetme hem de model geniş kitlelerce benimsenmiştir ve eşit derecede inandırıcı ve aldatıcıdır.

Aldatıcı olma nedenleri de benzerlik taşır. Paranın ekonomiye giriş çıkışı rasgele gerçekleşmez; parayı depolayabilen, para basabilen (devalüasyon), borç verebilen merkez bankaları tarafından düzenlenir. Ulusal ekonomiler bu şekilde idare edilir. Benzer şekilde kalori alınması ve harcanmasında vücutlarımızın da etkisi vardır; hangi kalorilerin hangi hızda alındığı, depolandığı ve yakıldığı da dahil sürecin tamamını baştan aşağı idare eder.²⁰ Gıda tüketimi, detayları birçok farklı unsur tarafından etkilenen karmaşık bir bilimdir. Psikologlar menü ve çatal bıçak tasarımları, yemeklere verilen isimler, tabakların renkleri, bardakların şekilleri, mekânlarda çalan fon müziği ve odaların ambiyansı da dahil, restoranlarda bizi etkileyen çok sayıda farklı unsur olduğunu keşfetmiştir.²¹ Ayrıca tüm bu unsurlar henüz yemeklerin kokusunu almadan veya tatlarına bakmadan üzerimizde etki yaratır!

Bu incelikler haricinde, ne kadar yemek yediğimizi ve yediklerimizin içerdiği kalorilerin ne olacağını düzenleyen üç önemli hormon vardır: midemizin boş olduğunu belirten sinyalleri gönderen ghrelin hormonu, pankreastan salınan ve kandaki glikoz miktarının düşürülmesi gerektiğini belirten sinyalleri gönderen insülin hormonu, ve yağ hücreleri tarafından üretilen ve yağ rezervlerinin tam kapasiteye ulaştığını belirten sinyalleri gönderen leptin hormonu. Hormonlar tarafından gönderilen bu sinyallerin üçü de beyinde vücudun enerji ekonomisini düzenleyen dengeleyici faaliyetlerin yürütüldüğü, hipotalamus adı verilen bölge tarafından algılanır. Fruktozla ilgili problem, bir şeker olmasına ve glikozla aynı miktarda kalori içermesine rağmen vücut tarafından bir şeker olarak algılanmaması ve enerji tüketimini ve enerji depolanmasını düzenleyen hormonları tetiklememesidir.

Bir bardak portakal suyunun içerdiği 12 gram şekerin izlediği yolu takip ederek glikozun ve fruktozun ne kadar farklı şekillerde metabolize edildiklerini karşılaştıralım. Meyve suyundan alınan sukroz midede 50/50 oranında bileşenlerine, fruktoza ve glikoza ayrılır. Glikoz midede gıda maddesi

olarak algılanarak açlık hormonu ghrelini baskılamaya başlar ama fruktoz bu etkiyi yaratmaz ve beyne, “Dur! Doydum,” sinyalinin gönderilmesini tetiklemediğinden içerdiği kaloriler vücudumuza serbest giriş yapma hakkı kazanır. Sonrasında şekerler kan dolaşımına katılarak vücuda yayılır. Glikoz vücudun tüm organları tarafından yakıt olarak kullanılır ancak fruktoz yalnızca karaciğer tarafından metabolize edilebilir. Dolayısıyla glikoz tüm organlar tarafından paylaşılırken fruktozun neredeyse tamamının, başka bir ifadeyle, içeceğinizin içerdiği kalorilerin yarısının yolculuğu karaciğerde sonlanır. Karaciğer ayrıca glikoz yükünün yaklaşık yüzde 20’sini de üstlenir ve buna fruktozun da eklenmesi, halihazırda kapasitesini zorlayarak çalışan bu organın tipik bir şekerli içeceğin içerdiği kalorilerin yüzde 60’ını metabolize etmesi gerektiği anlamına gelir.

Ancak fruktozun yarattığı hasar kahve kaşıkla rıyla ölçülemeyecek kadar büyüktür. Bir kaşık fruktozun yarattığı fizyolojik etki aynı miktarda glikozun yarattığı etkiden çok daha büyüktür çünkü fruktoz yalnızca midedeki tokluk algılayıcıları için değil, yakıt ekonomisini düzenleyen diğer

mekanizmalar için de görünmezdir. Kandaki glikoz, pankreasın insülin üretmesini tetikleyerek vücut organlarının bu şekeri kullanmasına ya da yağ olarak depolamasına yol açar. Yağ hücreleri leptin hormonu üretir ve bu hormonun vücuda alınan fazla kalorilerin depolanmasının sonucunda artması hipotalamusun öğle yemeğini sonlandırmamız için sinyal göndermesine yol açar. Ancak fruktoz insülin üretimini tetiklemez ve bu yüzden alınan kaloriler leptin hormonunun salgılanmasına yol açmaz ve hipotalamus yemeyi sonlandırmamız için sinyal göndermez. Sonuç olarak yemeye devam ederiz.

Fruktoz giydiği görünmezlik pelerini sayesinde aşırı miktarda yemek yememizi engellemek için tetikte duran muhafızların gözlerinden kaçmayı başarsa da vücudumuz üzerinde yarattığı en kötü etki bu değildir. Fruktozun yalnızca şişmanlığa yol açması bile yeterince kötü olsa da bu şekerin bundan daha sinsi başka etkileri de vardır. Metabolik sendroma yakalanmış obezite hastaları üzerinde yapılan bir araştırmada diyetlerindeki fruktozun aynı miktarda kalori içeren nişastalı yiyeceklerle değiştirilmesinin, hastaların kilo vermesine yol açtığı ve yalnızca dokuz gün sonra metabolik durumlarının

gelişmeye başladığı görülmüştür.²² Bu araştırma fruktozun metabolik sendrom üzerinde, yalnızca sahip olduğu kalorilerle açıklanamayacak bazı etkileri olduğunu gösterir. Başka bir şey daha vardır. Robert Lustig'e göre fruktoz bir toksindir.²³

Toksinler hayati önem taşıyan metabolik süreçlere müdahale edebilen ve ölümcül sonuçlar doğurabilen maddelerdir. Tüm toksinlerin ortak bir özelliği, yarattıkları etkilerin şiddetinin dozlarına bağlı olarak değişmesidir. Bu durum fruktozun zararlı etkileri için de geçerlidir. Fruktoz düşük miktarlarda tüketilerek kan dolaşımına yavaşça, örneğin bütün olarak yenen bir meyveyle katıldığında, karaciğerimiz tarafından kolaylıkla idare edilebilir. Ancak düzenli olarak yüksek miktarda fruktoz tüketilmesi karaciğerde tehlikeli yağlanmalara, metabolik sendromun

yol açtığı çok çeşitli rahatsızlıklara ve tip 2 diyabete neden olabilir. Ne yazık ki sıkacaktan veya *smoothie* makinesinden geçirilen meyveler, yiyerek tükettiğimiz meyvelerin aksine mideye çok şekerli içeceklerle aynı etkiyi yapar çünkü meyvelerin içerdiği lifler mekanik yöntemlerle parçalandığında fruktozun emilimini yavaşlatamaz.

Bu noktada, tüm bunların evrimle ne alakası olduğunu merak ediyor olabilirsiniz. Bunu merak etmenize sevindim. Bu konulara değinmekteki asıl amacım, sağlık durumumuzun günümüzde ulaştığı noktayı açıklamaya çalışırken Marlene Zuk'ın, "paleofantazi"²⁴ olarak adlandırdığı efsanelere başvurmamaya özen göstermemiz gerektiğini anlatmaktır. Elbette ki evrim bize tarih içinde çeşitli kısıtlamalar getirmiştir ve si-nekkuşları fruktoz olmadan yaşayamazken bu şekerin türümüz üzerinde niçin belirli bir düzeyde toksik etki yarattığı açıklamaya muhtaçtır. Tutumluluk genotipi hipotezine geri dönecek olursak, fruktoz ve me-tabolik sendrom hakkında bildiklerimiz, Neel'in bazı diyabet hastalarında gördüğü belirtilerin günümüzde neredeyse hepimizin sergilediği zafiyetin aşırıya kaçan örnekleri olabileceğine işaret eder. Evrim kader değil, potansiyeldir. Birçok gıda evrimin bu özelliğini ortaya koyar ve hiçbirisi bu konuda peynirin eline su dökemez.

11* PEYNİR

Sütçülük

Özellikle bizim tüketimimiz için evrimleşmiş olduğunu söyleyebileceğimiz tek besin maddesi

süttür. Peynir ise evrimin bize sunduğu bu hediye, içerdği enerjinin küçük bir kısmını, bitmek tükenmek bilmez bir lezzet çeşitliliği karşılığında bizimle değiş tokuş eden diğer organizmalarla paylaşmamız sonucunda üretilir. Bazen şaşılacak derecede yüksek randımanla çalışan meme bezleri tüm memelilerin yavrularının hayatta kalmaları ve beslenmeleri için o kadar önemlidir ki memelilerin atalarının bu bezler olmadan nasıl idare edebildiklerini merak ederiz. Bu her türlü adaptasyon hakkında sorulabilecek bir sorudur. Charles Darwin *Türlerin Kökeninde* doğal seçilime dayalı evrimin yavaş ilerleyen bir süreç olduğunu ve doğanın büyük sıçramalar yapmadığını, aksine, bir araya geldiklerinde, uzun zaman içinde büyük değişimlere yol açan küçük adımlar attığını yazmıştır. Hatta doğada değişimin yavaş yavaş gerçekleştiği görüşünün doğal seçilime dayalı evrim teorisinin temelinde yattığını düşünerek bunun bir test olarak kullanılabileceğini ifade eden şu satırları kaleme almıştır: “Eğer var olan herhangi bir karmaşık organizmanın art arda gelen, çok sayıda küçük değişim sayesinde oluşmadığı kanıtlanabilirse, teorim tamamen çürütülmüş olur.”¹

Zoolog St. George Mivart (1827-1900), belki de

ejderha öldürdüğüne dair efsanelere konu olan adasıyla boy ölçüşmeye çalışarak, Darwin'in teorisini bu açıdan ısrarla eleştirmiş, memelilerin çok eski zamanlarda yaşamış atalarının yeni gelişmekte olan meme bezlerinin yavrularına hiçbir fayda sağlayamayacak kadar ilkel olduğunu iddia etmiştir: “Bir hayvan yavrusunun, annesinin fazlasıyla büyümüş memelerinden tesadüfen çıkan, besin değeri düşük sıvının bir damlasını kazara emerek yok olmaktan kurtulabileceği düşünülebilir mi?”² İşte bir şaşırtma sorusu, tabii o zamanlar öyle bir şey varsa.

Mivart gençliğinde Darwin'in teorisinin destekçilerindendi ancak sözde evrim yanlısı olmaya devam etmiş olsa da dini inançları onu, doğal seçilimin evrenselliğini ve teorinin herhangi bir yaratım biçiminden veya Tanrı'nın yönlendirmesinden uzakta oluşunu sorgulamaya itmiştir. Darwin *Türlerin Kökeni'nin* 1872'de yayımlanan altıncı ve son baskısını yazarken kitaba dahil ettiği yeni bir bölümün büyük kısmını Mivart'ın çeşitli eleştirilerini cevaplamaya ayırma ihtiyacı duymuştur. Darwin kitabında şu satırlara yer vermiştir: “Meme bezlerine sahip olmak memeli sınıfına mensup tüm türlerin ortak özelliğidir ve bu türlerin

varlığını sürdürebilmeleri açısından hayati önem taşır; bu nedenle meme bezleri son derece uzun bir süre önce gelişmiş olmalıdır...” Darwin bu satırların devamında Mivart’ın az gelişmiş meme bezlerinin yavrulara ne kadar fayda sağladığını adil davranarak sorgulamadığını çünkü böyle bir organın ornitorenklerde var olduğunun ve bu hayvanın yavrularının doğrudan annelerinin cildinde yer alan kanallardan süt emdiğinin o dönemde bilindiğini de yazmıştır. Ornitorenklerin göğüs uçları yoktur, dolayısıyla yavru ornitorenkler Mivart’ın imkânsız olduğunu iddia ettiği bir yolla beslenir.

Ornitorenkler monotrem adı verilen ve ilk memelilere benzedikleri düşünülen, yumurtlayan tuhaf bir memeli grubuna mensuptur. Ornitorenkler yalnızca Avustralya’nın vahşi doğasında yaşayan ve gündüz vakti derin çukurlarda saklanarak yalnızca geceleri ortaya çıkan hayvanlardır. 1872’de bu hayvanların yumurtlayarak üredikleri fikri doğruluğu henüz kanıtlanmamış bir söylentiydi. Eğer Darwin o dönemde ornitorenklerin hem az gelişmiş meme bezlerine sahip hem de yumurtlayan hayvanlar olduklarını bilseydi, bu türün memelilerle yumurtlayan ataları arasında yer alan bir geçiş safhasını temsil

ettiği ve sonradan gelişen meme uçlarının memelilerin mükemmelliğe ulaşmasını sağladığı görüşünü kesinlikle daha güçlü bir şekilde savunabilirdi.

Darwin'in de şüphelendiği gibi süt üreten bezler anatomik açıdan, cildimiz üzerindeki kılların tabanında yer alan ter bezlerine benzer ve evrimleşerek bu bezlerin özelleşmiş bir versiyonuna dönüşmüştür.³ Darwin ayrıca emzirmenin kökenlerinin çok eski çağlara dayandığı konusunda da haklı çıkmıştır. Elde edilen genetik ve biyokimyasal bulgular emzirmenin kökenlerinin, ilk memelilerin yaklaşık 200 milyon yıl önce ortaya çıkmasından çok daha eski tarihlere dayandığına işaret eder.⁴ Ornitorenkler de dahil tüm memeli türlerinin sütlerinin aynı genler tarafından üretilen, aynı temel bileşenleri içermesi bunun en önemli kanıtıdır. Bu yalnızca tüm memelilerin başlangıçta eksiksiz bir süt üretme kitine sahip ortak bir atanın soyundan gelmesi durumunda mümkün olabilir. Bu karmaşık kitin evrimleşmesi de uzun zaman almış olmalıdır. Dolayısıyla canlıların dokularından süt salgılamalarının kökeni 200 milyon yıl öncesinden çok daha eski tarihlere dayanıyor olabilir. Bu mantığa aykırıymış gibi görünse de tıpkı kuşların yumurtalarının kuşlardan

önce evrimleşmesi gibi, meme bezleri ve süt de memelilerden önce evrimleşmiştir.

Memelilerin sütü, birbirine bağımlı iki farklı işlevi yerine getiren eşsiz bir sıvıdır: yavruları beslemek ve onlara koruma sağlamak. Sütün besleyici özelliği içerdiği proteinlerden, yağlardan, şekerden (laktoz), kalsiyumdan ve diğer minerallerden kaynaklanır. Koruyucu özelliğiye bakterilere karşı direnç sağlayan çeşitli antikorlar ve enzimlerle sağlanır. Bu maddeler özellikle de memelilerin yeni doğan bebeklerinin içtikleri, annelerden bebeklerine aktarılarak bağışıklık sistemlerini güçlendiren çeşitli hücreleri de barındıran ilk sütün içinde bol miktarda bulunur.

Sütün içeriğindeki karbonhidratların tamamının tüm hücreler tarafından kullanılabilen evrensel glikoz yerine olağandışı bir şekilde laktozdan oluşması, tuhaf olmasa da oldukça şaşırtıcıdır. Peki memeliler neden yavrularını kullanılmadan evvel sindirilmesi gereken bir karbonhidratla besler? Sütün glikoz içeren yüksek enerjili içeceklerin canlandırıcı etkisine sahip olması bebekler için daha iyi olmaz mıydı? Bu soruların cevabı, laktozun kendine has bir özelliğinin, onu glikozdan avantajlı

kılmasında yatıyor olabilir. Dünya glikoza aç bakteriler ve mayalarla doludur ancak yalnızca birkaç tür bakteri laktozu kullanma yeteneğine sahiptir. Bir bakteri ya da mayanın, meme bezlerinde yarattığı enfeksiyonunun bir anneye ve bebeğine ne gibi sorunlar çıkarabileceğini düşünün. Bazı bira üreticileri mayaların laktoz şekerini fermente edememe özelliğinden faydalanarak bu şekeri tatlandırıcı olarak kullanıp *milk stout* olarak adlandırılan bir tür bira üretir. Eğer tatlandırıcı olarak laktoz yerine glikoz veya sukroz kullansalardı bira mayası bu şekerleri alkole dönüştürürdü.

Bebekleri olağandışı bir şekerle beslemenin yol açtığı bir sorun vardır: Bu olağandışı şekeri kullanılabilir hale getirebilmeleri için olağandışı bir enzime sahip olmaları gerekir. Memelilerin bebeklerinin mideleri, tam olarak bu işlevi yerine getiren, laktaz adlı bir enzimle donatılmıştır. Bebekler büyüyüp süttten kesilince, laktaz üretimi azalır ve bir süre sonra vücutlarının artık bu enzime ihtiyaç duymaması sonucu üretim tamamen durur. Yetişkinlerin yedikleri yiyecekler laktoz içermez. Bu nedenle, annelerinden emdikleri süttün içindeki laktozla yetiştirilmiş olsalar da yetişkin memeliler normalde

laktozu sindiremez. Yetişkin insanlar da normalde laktozu sindiremez. Eğer laktoza duyarlıysanız ve fermente edilmemiş taze süt tüketirseniz, bu ishal olmanıza ve bağırsaklarınızdaki bakterilerin laktozu yiyerek bağırsaklarınızı gazla şişirmesi sonucu karnınıza ağrılar girmesine neden olacaktır. Eğer laktoza duyarlı değilseniz, bu laktoz üretiminin yetişkinlikte de sürdürülmesini sağlayan bir alelin taşıyıcısı olduğunuz anlamına gelir ve bu gibi mutasyonların nasıl ortaya çıkıp yayıldığıнын hikâyesi sizin kişisel aile tarihinize dayanır.

Büyükbaş hayvanları ve koyunları Güneybatı Asya'da yaklaşık 11 bin yıl önce evcilleştiren ilk çiftçiler (7. Bölüm) hayvanlarının etlerinden faydalanmalarının yanı sıra, yüksek ihtimalle sütlerini de sağarak tüketmiştir. Ancak yetişkinler sağdıkları sütleri içememiş-tir çünkü ilk çiftçiler tıpkı günümüzde Güneybatı Asya'da yaşayan soydaşları gibi laktoza duyarlı olmalıdır. Bunun yerine, sağdıkları sütü bölgede yaşayan insanların günümüzde de yaptığı gibi yoğurt üretmek için kullanmış olmalılardır. Yoğurt, başlatıcı bir kültürden elde edilen laktik asit bakterilerinin (LAB) süte karıştırılmasıyla üretilir. Laktik asit bakteri, çoğu bakterinin,

hatta bizim hücrelerimizin bile sahip olmadığı nadir rastlanan bir yeteneğe sahiptir: laktozu bir enerji kaynağı olarak kullanabilmek. LAB laktozla beslenir ve büyüdükçe atık madde olarak laktik asit üretir. Sütü fermente edip yoğurda dönüştüren *Lactobacillus* sütün içindeki laktozu tamamen tükettiğinden, elde edilen ürün laktoza duyarlı insanlar tarafından da güvenle tüketilebilir.

Yoğurt üretiminde, sütün bir bebek gıdası olarak işlev görmek üzere evrimleşen bazı özelliklerinden faydalanılır. Süt iki çeşit protein içerir: sütün asitlenmesiyle kesmikler halinde çökelen kazeinler ve çö-zekide kalan peynir altı suyu proteinleri. Bireysel kazein molekülleri minik liflerdir ve bu lifler bir araya gelerek misel adı verilen ve kıl yumaklarına benzeyen nanoboyutlu küreler oluşturur. Kazein miselleri sütün içinde askıda dururken ışığı etrafa saçarak süte beyaz rengini verir, ancak çözeltiden çıkarıldıklarında ve geriye yalnızca peynir altı suyu proteinleri kaldığında süt şeffaflaşır.

Sütün asitlenmesiyle kazeinin çözeltinin içinde katılaşıp kesmiklere dönüşmesinin hem anneye hem de bebeğe fayda sağlayan bir işlevi vardır.⁵ Bu özellik hem sütün annenin meme bezlerinden

serbestçe akarak bebeğe iletilmesini sağlar hem de süt bebeğin midesindeki asidik ortama eriştiğinde içerdği kazeinin çökmesine yol açar. Bu önemli bir özelliktir çünkü kazeinin sindirilmesi saatler sürebilir ve çözeltide asılı halde kalması büyük bir kışımının kaybedilerek ziyan olmasına yol açabilir. Bunun aksine, çözeltide asılı halde kalan peynir altı suyu proteinleri çok daha kolay ve hızlı sindirilir.

Peynir üreticileri laktik asit bakterilerinin başlatıcı kültürlerini de kullanabilir ve bu şekilde üretilen peynirler de laktozsuz olur. Peynir üreticileri ayrıca peynir mayası olarak adlandırılan ve buzağuların mideslerinden elde edilen ve kazein misellerinin çözünürlüğünü azaltarak çökelmelerine yardımcı olan bir enzim de kullanır. Peynir mayası bu enzim için farklı bir kaynak oluşturan devedikeni gibi bazı bitkiler tarafından da üretilir.

Arkeolojik kazı sahalarında bulunan kırık çömlek parçaları üzerindeki süt kalıntıları, süt ürünlerinin 7000 yıl önce Güneybatı Asya'nın her yanında, özellikle de büyükbaş hayvanların güdüldüğü yerlerde yaygın olarak tüketildiğini göstermektedir.⁶ Bulunan en eski çömleklerin içinde ne tür süt ürünlerinin saklandığını tam olarak bilmesek de bunlar

muhtemelen yoğurt kalıntılarıdır çünkü peynirin daha ileri tarihlerde ortaya çıktığı düşünülür. Peynir üretmek için kullanılan ilk ekipmanlar süt ürünlerini saklamak için kullanılan kaplardan 1000 yıl sonra ortaya çıkmıştır. Daha sonra, yaklaşık 6000 yıl önce, üzerinde çok sayıda küçük delik bulunan yeni bir tür çanak bulunmuştur. Bu çanaklara ait parçaların üzerinde rastlanan süt yağı kalıntıları, çanakların, yağ içeriği açısından zengin kesmikleri süzüp laktoz içeren peynir altı suyundan ayırıştırarak lor peyniri üretmek için kullanıldıkları izlenimini uyandırır.⁷

Neolitik dönemde Avrupa'da yaşamış ilk çiftçiler, tıpkı Güneybatı Asya'da sütçülüğü icat eden insanlar gibi laktoza duyarlıydı.⁸ Ancak Orta Avrupa'daki Kafkas Dağları'nda yaşayan insanlar, yaklaşık 7500 yıl önce laktaz enziminin yetişkinlikte de üretilmesine yol açan ve laktaz sürekliliği adı verilen bir mutasyon geçirdi.⁹ Bu mutasyonun taşıyıcıları, yetişkinlik döneminde laktoza karşı dayanıklılık geliştirebildi, bu laktoz dayanaklılığı büyük bir hızla Kuzey Avrupa'ya yayıldı ve günümüzde de bu bölgede varlığını sürdüren Avrupalıların kalıtım yoluyla yeni nesillere aktardığı genetik mirası

şekillendirdi. Örneğin, Utah'ta yetişkin nüfusun yüzde 90'dan fazlası laktoza dayanıklıdır.

Peki ama vücudun, laktaz enzimini yetişkinlikte de üretmeye devam etmesini sağlayan bu mutasyon Avrupa'da bu kadar hızlı yayılırken sütçülüğün ana-vatanında evrimleşip yayılmayı neden başaramadı? Bu sorunun ikinci kısmını cevaplamak birinci kısmını cevaplamaktan daha kolay. Bunun nedeni Güneybatı Asya'da icat edilmiş olan ve lor peyniriyle yoğurt üretmek için kullanılan teknolojilerin sütün içindeki laktozu yok ederek, laktoz hassasiyeti olan insanların üretilen süt ürünlerini herhangi bir olumsuz etkiye maruz kalmadan tüketebilmelerini sağlamış olmasıdır. Dolayısıyla eğer sütü bu şekilde kullanan insanlar laktaz enziminin, vücutlarında yetişkinlik döneminde de üretilmeye devam etmesini sağlayan genetik bir mutasyon geçirseydi, mutasyona uğramış genleri taşıyan bireyler evrim açısından herhangi bir avantaj elde etmezdi ve bu yüzden mutasyon popülasyon içinde hızla yayılmazdı. Günümüzde laktaz enziminin yetişkinlik döneminde üretilmesini sağlayan alellere büyükbaş sütçülüğünün icat edildiği yer olan Güneybatı Asya'da ve sütçülük geleneği hiç oluşmamış Uzak Doğu'da

nadiren rastlanmasının nedeni de bu olmalıdır. Geriye kalan soru, sütçülük teknolojilerinin Avrupa’da, laktaz sürekliliğini sağlayan alellerin evrimleşmesini niçin engellememiş olduğudur.¹⁰

Laktaz sürekliliğinin Orta Avrupa’dan kuzeye doğru hızla yayılması insanlar arasında görülen pozitif doğal seçilimin en iyi örneklerinden biridir. Laktaz sürekliliği alelinin yayılma hızına dayanarak bu alelin normal alele göre yüzde 15’e varan bir avantaj sağlamış olabileceği tahmin edilmektedir. Bu durum alelin nasıl yayıldığını açıklar ancak niçin yayıldığını açıklamaz. Laktaz sürekliliği alelinin evrim açısından büyük bir avantaj sağladığını gösteren tüm bulgulara rağmen, taze süt içebilmenin türümüze tam olarak ne gibi faydalar sağladığını kanıtlamak şaşırtıcı derecede zor olmuştur. Örneğin bize ihtiyaç duyduğumuz D vitaminini veya kalsiyumu sağladığı ve hasadın kötü olduğu dönemlerde Avrupa’nın kuzeyinde muhtemelen sıklıkla oluşan kıtlık şartlarında insanlar için alternatif bir besin kaynağı oluşturduğu ileri sürülmüştür.¹¹

Yaşamın kökenleri de dahil, evrimle ilişkili birçok olayın nedenlerini anlamanın sıkıntılı olması, sözkonusu nedenlerin bazen emsalsiz olmasından ve

bu yüzden olayların gerçek nedenleriyle tesadüfleri birbirinden ayırmanın zorlaşmasından kaynaklanır. Laktaz sürekliliği konusunda böyle bir sorun yaşanmaz çünkü birkaç sefer evrimleşmiştir. Laktaz sürekliliği Suudi Arabistan'da da görülür ama her ikisi de aynı gene etki etmesine rağmen Avrupa'da geçirilen mutasyondan farklıdır.¹² Suudi Arabistan'da sağmal inek yoktur, ancak göçebe hayatı yaşayan bedeviler deve sütü içer ve sütün bol miktarda su içermesi, ayrıca besin değerinin yüksek olması, Arabistan çöllerinin kurak ortamında laktaz sürekliliğinin evrimleşmesine yol açmış olabilir. Sütün bir su kaynağı olarak kullanılması Doğu Afrika'da da doğal seçilimin laktaz sürekliliğini kayırmasında rol oynamış olabilir. Bu bölgede Tanzania, Kenya ve Sudan'da yaşayan göçebe çobanların, büyükbaş hayvanlarının sütlerini içebilmelerine olanak tanıyan üç alel bulunur. Doğu Afrika'da geçirilen bu üç mutasyon birbirlerinden ve Avrupa'yla Suudi Arabistan'da geçirilen mutasyonlardan bağımsızdır. Dolayısıyla laktaz sürekliliği en az beş ayrı sefer evrimleşmiştir. Dünya nüfusunun yaklaşık üçte birinde laktoz hassasiyeti yoktur. Geri kalan insanlar da şanslarına küsmek

durumundadır.

Eğer süt memelilerin tüketebileceği en saf besinse, tam aksine peynir de muhtemelen en yapay besindir. Yediğimiz diğer her şey, ne kadar melezlenmiş olursa olsun, doğada yakın bir akrabaya sahiptir. Peynir farklıdır çünkü tek bir türün veya iki türün ürünü değil, düzinelerce farklı bakteriden ve mantardan oluşan bir mikrokozmosun ürünüdür. Peynir, biyolojik açıdan bakıldığında, bir mikrobiyom veya bir mikroplar topluluğudur. Doğada peynire en yakın mikrobiyom toprağın içindedir. Toprak da tıpkı peynir gibi mantarlarla, bakterilerle, ölü maddeleri ve birbirlerini yiyerek beslenen mikroplarla doludur.

Hızlı ve ucuz maliyetli DNA dizileme yöntemlerinin geliştirilmesi, mikrobiyomların içerdiği bakterilerin ve mantarların tanımlanmasını kolaylaştırmıştır ve bu sayede peynir mikrobiyomunu araştıran bili-minsanları, Viktorya Dönemi'nde ellerinde çifteleri ve kelebek kepçeleriyle Amazon yağmur ormanlarına giren ilk doğa bilimcilerinden bu yana görülmemiş bir hızla yeni keşifler yapmaktadır. Örneğin, İrlanda peynirleri üzerinde yapılan bir araştırmada daha evvel görülmemiş beş farklı bakteri

türü keşfedilmiştir.¹³ Biyolojik çeşitlilik açısından bakıldığında bu, yemek masasına oturup peynir tabağını *Homo* cinsine mensup bir bireyin yanı sıra *Australopithecus* cinsine mensup bir bireyle, bir şempanze ve bir gorille paylaştığınızı görmekle eşdeğerdir.

Peynirin içerdiği bazı mikroplara, örneğin yumuşak peynirlerin içinde görmeye alıştığımız *Penicillium camemberti* adı verilen küfe, daha evvel başka ortamlarda hiç rastlanmamıştır. Sözkonusu mikroplar bu özelleşmiş yaşam alanının içinde, doğal ortamları toprak, dışkı veya peynir üreticilerinin derileri olan atalarından evrimleşmiştir. Yıkılmış peynirlerin çoğunun kabuklarında yaşayan ve deniz ortamlarından gelen diğer bakterilerin evrimleşme süreçlerinin dayandığı kökenler daha da tuhaftır.¹⁴ Bu bakteriler peynir üreticilerinin ürünlerine kattıkları deniz tuzu içinde okyanuslardan süt ürünlerine geçiş yapmış olabilir.

Streptococcus thermophilus mozzarella peyniri ve yoğurt üretiminde kullanılan, ticari değeri yüksek bir laktik asit bakterisidir. Bu zararsız bakteriler bademcik iltihabına ve zatürreeye neden olan *Streptococcus* türüyle ortak bir patojenik atadan

evrimleşmiştir.¹⁵ Mozarella peyniri ve yoğurt yemenin bize zararı yoktur çünkü *S. thermophilus* süütün içinde yaşamaya adapte olurken geçirdiği bir mutasyon, bu bakterideki, akrabalarını zararlı kılan genleri etkisiz hale getirmiştir.

Scopulariopsis brevicaulis adı verilen peynir küfü süt ürünlerinin içinde görevini yerine getirmekle meşgul değilken derinin üzerinde, toprağın içinde, buğday samanının üzerinde ve kanguru farelerinin ağız keselerinde biriktirdiği tohumların içinde vakit geçirirken bulunabilir. Diğer taraftan, bu küfün akrabası olan *Scopulariopsis candida* türüne kitap sayfalarının arasında rastlanmış olmasına rağmen, peynirlerin ortamıyla daha yakın bir bağ oluşturmuş gibi görünür.¹⁶ *S. candida* türünün kurmaca mı, yoksa kurmaca dışı kitapları mı tercih ettiği biliminsanları tarafından kayıt altına alınmamıştır.

Yalnızca peynirlerde rastlanan *Penicillium camemberti* küfünün aksine, Rokfor peynirinin mavi damarlarını oluşturan *Penicillium roqueforti*, her yerde karşımıza çıkan başıboş bir türdür. Bu küfün silajlarda (fermente otlar), tatlı çöreklerin, kompostoların, ahşabın, çilekli dondurmanın ve

buzdolaplarının içinde yaşadığı görülmüştür. Mavi küflü peynirler birçok farklı ülkede üretilir ancak bu peynirlerin tümü *P. roqueforti* türünün belirli bir suşundan elde edilir. Bu küfün Fransız rokforu ve *bleu d'Auvergne*, İtalyan gorgonzola, *Danish blue* [mavi küflü Danimarka peyniri] ve İngiliz stilton peynirlerinden alınan numuneleri üzerinde yapılan genetik karşılaştırmalar, kullanılan her küf suşunun diğerlerinden hatırı sayılır derecede farklı olduğunu ortaya koymuştur.¹⁷ Bu durum *P. roqueforti* türünün mavi küflü peynirlerin üretildiği her bölgede birbirinden bağımsız evcilleştiğine işaret eder. Eğer akşam yemeği davetinize katılan konuklarınıza masada sunduğunuz peynir tabağıyla ilgili bir bilmece sormak isterseniz, onlara mavi küflü peynirlerle domuzların ne gibi ortak yanları olduğunu sorabilirsiniz. *P. roqueforti* ve domuzlar (7. Bölüm) bol miktarda yağ içermelerinin ve çok lezzetli olmalarının yanı sıra birçok sefer evcilleştirilmiştir.

Peynir üretiminin ilk basamağı, başlatıcı laktik asit bakterilerinin (BLAB) yavru memelilerin midelerindeki asidin etkilerini taklit ederek sütün içindeki laktozu laktik aside dönüştürmesi ve

kesmikleri çökeltmesiyle başlar. Genellikle zanaatkarlar tarafından geleneksel yöntemlerle üretilen peynirlerde kullanılan çiğ sütün içinde, peynirin üretim sürecini doğal bir şekilde başlatan BLAB de dahil yüzlerce bakteri türü bulunur.¹⁸ Ancak bu sürecin endüstriyel peynir üretim tesislerinde başlatılması için kullanılan pastörize süte BLAB eklenmesi gerekir. Bunun ardından ne olduğu sütün içeriğinde ne çeşit bakteriler ve küfler bulunduğuna ve bu mikrobik topluluğun nasıl geliştiğine bağlıdır.

Peynir üreticilerinin ellerinin altında peynir mikrobiyomunun gelişimini kontrol altında tutmalarına, dolayısıyla ortaya çıkan ürünün tadını belirlemelerine olanak tanıyan üç ana kumanda kolu bulunur. Üreticiler *Penicillium roqueforti* veya *P. camemberti* gibi bazı mikropları doğrudan süte ekleyebilir, ortam ısisını ayarlayabilir, etkili su içeriğini kontrol edebilir (bu genellikle tuzlama yöntemiyle yapılır) ve olgunlaşma sürecinin uzunluğunu belirleyebilir.¹⁹ Bu temel ortam parametreleri peynir üreticileri tarafından kontrol edilirken geriye kalan bütün işi mikroplar yapar. Başlatıcı laktik asit bakterilerinin arasmda yer alan en önemli oyunculardan biri, kesmiklerin içindeki kazein proteiniyle

beslenen ve bu proteini 100'den fazla farklı parçaya ayırıştırarak peynirlere karakteristik tatlarını ve kokularını kazandıran *Lactococcus lactis* bakterisidir.²⁰

Peynir üretiminde kritik bir rol oynamasına rağmen, *Lactococcus lactis*'in, şaşırtıcı bir şekilde, mikropların sütün içerisinde yaşamalarına olanak tanıyan genlere sahip olmayan yabani bir suştan evrimleşmiş olduğu görülür. Bu bakterinin atası olan ve bitkilerin üzerinde yaşayan yabani *L. lactis*, laktozla beslenmesine olanak tanıyan laktaz genine de, kazeini parçalamasına olanak tanıyan diğer genlere de sahip değildi.²¹ Evrimin yavaş ilerleyen bir süreç olduğunu düşünmeye alışkınız ama seçilim baskısı yüksek ve yeni nesillerin oluşum süresi kısa olduğunda değişim çok hızlı gerçekleşebilir. Bu şartlar *Lactococcus lactis* türünün, ilk kez ayak batığı yeni bir dünyadaki türün doğadaki yerini tanımlayan Neil Armstrong'u için de geçerli olmuştur. Çevresinde ayak basacağı yerin peynirden oluştuğuna dair birçok dedikodu dönmesine rağmen Neil Armstrong bunun doğru olmadığını bizzat keşfetmiştir. Aynı şeyi, belki de ayışığı altında, süte ilk defa “ayak basan” öncü bakteri için söylemek mümkün değildir. Peki ama ilk *L. Lactis*, sütü nasıl peynire

dönüştürmüştür?

Hızlı çoğalma özelliği mikropların evrimleşme süreci açısından çok önemlidir ama bu konuda önemli bir rol oynayan ve bakteriler arasında yaygın olmasına rağmen çokhücreli organizmalar arasında daha seyrek rastlanan bir süreç daha vardır: yatay gen transferi. Normal olduğunu düşündüğümüz kalıtım sürecinde genler dikey olarak ebeveynlerden yavrulara geçer. Bu durum farklı nesillerin birbirlerine benzemesine yol açar. Yatay gen transferi aynı nesilden bireyler arasında DNA alışverişi yapılabilmesine olanak tanır. Bu, laktoz hassasiyeti olan bir insanın kalabalık bir otobüse binerek laktoz hassasiyeti olmayan insanlar arasında beş-altı durak gittikten sonra taze sütü sindirebilme ve yeni kazandığı bu özelliği dikey kalıtım aracılığıyla çocuklarına aktarabilme yeteneğine sahip olarak otobüsten inmesine eşdeğerdir. Bu otobüste kaç durak giderseniz gidin, böyle bir şey sizin başınıza gelmeyecektir ama diğer yolculardan hastalık kapma ihtimaliniz vardır ve bu da bakteriler arasında meydana gelen yatay gen transferleriyle benzerlik taşır.

Virüsler kalıtım maddelerini (DNA veya RNA) hücrelerin içine sokarak, hücrelerin DNA

kopyalama mekanizmalarını ele geçirme ve bu mekanizmaları daha fazla virüs üretmek için kullanma yeteneğine sahiptir. Benzer şekilde, plazmid adı verilen DNA parçaları da bakteri hücrelerinin içine girebilmekte ve alıcıya yeni genlerle yeni yetenekler kazandırabilmektedir. Bu paradoksal yaratık, laktaz enzimi üretemeyen süt bakterisi *Lactococcus lactis*, sütün içinde yaşamasına olanak tanıyan genleri bu şekilde elde etmiştir. *L. lactis*'t bu plazmidlerin aktarılması için gereken ortamı yüksek ihtimalle bir ineğin bağırsakları sağlamıştır ve bu faydalı genleri kendisine aktaran diğer yolcular da muhtemelen sütü fermente edebilmelerine olanak tanıyan, belki de hayvanın annesinden süt emdiği dönemde kullanılan genetik özelliklerle donatılmış bakteriler olmalıdır.

Lactococcus lactis'in süt genlerini nasıl edindiğinin hikâyesi, kulağa doğrudan Rudyard Kipling'in hayal gücünden çıkmış, inanılması güç bir hikâyeymiş gibi gelebilir ama sevgili dostlarım, bu bir fabl değildir çünkü bu sürecin önemli bölümleri deneysel olarak tekrarlandığında aynı sonuçlar elde edilmiştir. Deneyi yapan bilimciler fasulye filizlerinden izole ettikleri *L. lactis* bakterilerini süte karıştırmış,

birkaç saat sonra süttten aldıkları numunelerle taze süttün içinde yeni kültürler başlatmıştır. Bu prosedür yaklaşık beş ay boyunca, bin bakteri nesili için tekrarlanmıştır.²² Deneyin sonunda, *L. lactis* tıpkı süt bakterileri gibi laktozu fermente edebilme ve kazeini parçalayabilme yeteneği kazanmış ve gerçek anlamda bir süt bakterisine dönüşmüştür.

Bu bakteriler evrimleşerek süttün içinde yaşayabilme özelliği kazanmaları bir yana, eski yaşam tarzlarını sürdürmek için gerek duydukları bazı genlerini de kaybetmiştir. Deneyin sonunda bitkilerde bulunan bazı şekerleri fermente edebilme, ayrıca eskiden kendi başlarına üretebildikleri bazı aminoasitleri sentezleyebilme yetenekleri kaybolmuştur. Bitki şekerlerinin yerini laktoz almıştır ve hâlâ ihtiyaç duydukları ama artık sentezleyemedikleri aminoasitleri de parçalanan süt proteinlerinden elde ettiklerinden, önceden bu aminoasitleri sentezlemek için kullanılan bakteri genleri ihtiyaç fazlası olmuştur.²³ Bu deneyin sonuçlarını okumak eminim Darwin'in çok hoşuna giderdi çünkü *Türlerin Kökeninin* birkaç sayfasını kullanılmayan genlerin, önceden önem arz eden işlevlerin kaybedilmesine nasıl yol açtığını irdelemek için ayırmıştır. Ayrıca bu gibi

değişimlerin temelinde yatan genetik nedenler hakkında bilgi edinmek yüksek ihtimalle ilgisini iki kat daha fazla çekerti çünkü bu konu hakkında günümüzde edindiğimiz bilgiler, 1859'da henüz yazılmamış bir kitabın taslağı halindeydi.

Diğer bakteriler ve küfler de tıpkı peynir kültürlerinin içindeki tüm laktozu tüketerek peynirin kimyasal yapısını değiştiren BLAB gibi koloniler oluşturarak ürer. Bu mikropların faaliyetleri daha fazla değişikliğe yol açarak gelişme sürecindeki mikrobiyoma daha fazla lezzet katar. Örneğin emmental gibi İsviçre peynirlerinde, LAB tarafından üretilen laktik asitin propiyonik asit bakterileri (PAB) tarafından tüketilmesi bu tür peynirlere fındık tadını anımsatan karakteristik bir lezzet katar.²⁴ Aslında bir atık ürün olan laktik asitin birikmesi, LAB'ın daha fazla üremesini engeller. Dolayısıyla İsviçre peynirinde laktik asitle beslenerek bu maddeyi yok eden PAB'ın bulunması LAB'ın çoğalmaya devam etmesini sağlar. LAB ve PAB arasında karşılıklı fayda sağlayan bu ilişki mutualizm olarak adlandırılır.

Mutualizm ilişkileri evrim biyolojisinde teorik anlamda büyük ilgi uyandırır çünkü bu ilişkiler

doğal seçilimin yalnızca bencillikten yana olduğu fikrine meydan okur. Bencil genler tarafından yönlendirilen bireyler nasıl işbirliği yapabilir? Bu tür ilişkiler teorik olarak birtakım hilelerin evrimine yol açabilir; örneğin diğer organizmaların işbirlikçi davranışlarını suistimal ederek ilişkiden elde ettikleri faydaları karşılıksız bırakan bireyler, mutualizm ilişkisinin bozulmasına yol açabilir veya bu tür ilişkilerin oluşmasını engelleyebilir. İsviçre peynirinin oluşum sürecinde LAB ve PAB arasında görülen mutualizm ilişkisi bu sorunun üstesinden gelinebilmesi için bir yol gösterir. Bu durumda mutualizm ilişkisi istikrarlıdır çünkü PAB, LAB tarafından üretilen atık maddelerle beslenir ve bu yüzden iki tarafın da hile yapması imkânsızlaşır.

Diğer laktik asit bakterileri arasındaki mutualistik ilişkiler daha karmaşıktır. *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* bakterileri yoğurt fermentasyonunda işbirliği yapar ve her biri diğerinin gelişmesine katkıda bulunan maddeler üretir.²⁵ *S. thermophilus* bakterileri süt proteinlerini parçalamalarına olanak tanıyan genlerini kaybetmiştir ve bu bakteriler *L. bulgaricus* tarafından salınan aminoasitlere ve peptitlere bağımlıdır. *L.*

bulgaricus ise yalnızca *S. thermophilus* tarafından üretilen bir dizi organik aside bağımlıdır.

LAB-PAB mutualizminin aksine, iki bakteri türü arasında değiş tokuş edilen maddeler atık ürünler değildir. O halde işbirliğine dayanan bu ilişki nasıl başlamıştır?

Bakteriler arasındaki işbirliği ilişkisinin evrimini anlamak için bu tekhücreli organizmaların sızıntı yaptıklarını yani diğer hücrelere fayda sağlayan temel kaynakların bir miktarının bulundukları ortama salınmasının kaçınılmaz olduğunu göz önünde bulundurmamız gerekir. Dolayısıyla bir bakteri türünün diğer bakteri türleri tarafından üretilen temel kaynaklarla beslenerek bu kaynakları kendi başlarına üretmek için harcaması gereken enerjiden tasarruf etmesi mümkündür. Bu sayede tasarruf edilen enerji, üreme oranlarını artırabilecek başka işlevler için harcanarak, bakterilere bir avantaj sağlayabilir.

Bu gibi durumlarda, örneğin bir proteinin parçalanması için gerekli bir genin mutasyona uğrayarak işlevini kaybetmesi durumunda, yeni mutasyonun taşıyıcıları hayati öneme sahip bir işlevini kaybetmesine rağmen bu işten fayda sağlayacaktır. Yitirdikleri işlevler başka bakteriler tarafından yerine

getirileceğinden, bu mutantlar tasarruf ettikleri enerjiyi kendilerine fayda sağlayacak farklı işler için harcayabilecektir. Şimdi de başka bir bakteri türünün aynı süreçten geçtiğini ama bu sefer farklı bir temel molekülün üretimini durduracak bir mutasyon geçirdiğini hayal edin. Bu durumda elimizde evrim sonucunda aralarında karşılıklı bağımlılık gelişmiş bir çift bakteri olur. Bu tamamen doğal seçilimin her iki bakteri türünün de üreme oranlarını artıracak özellikler üzerinde etki göstermesi sayesinde gerçekleşmiştir. Bu tür işbirlikleri farklı türlerin karşılıklı avantaj sağlamaları için kurulur, özveride bulunmaları için değil.

Peynirde işbirliği yapan organizmaların yanı sıra birbirleriyle rekabet eden organizmalar da mevcuttur. *Lactococcus lactis* ve diğer laktik asit bakterileri bakteriyosin adı verilen, diğer bakteriler için zehir etkisi yaratan ancak kendilerine etki etmeyen küçük proteinler üretir. Bakteriyosinler, bakteriler arasındaki savaşta silah olacak şekilde evrimleşmiştir ama rastlantı eseri peynir üretiminde de önemli bir işleve sahiptir çünkü gıda maddelerinin bozulmasına yol açan bakterilerin, ürünlerin içinde kolonileşmesini engeller. Bu özellikleri, peynirdeki farklı bakteriyel

bileşimlerin dengede tutulmasına yardımcı olur. İşlenmiş peynirlerin bozulmasını engellemek için eklenen nişin adlı gıda katkısı aslında laktik asit bakterilerinden izole edilen bir bakteriyosindir.²⁶

Peynir üretimine katkıda bulunan mantarlar da peynir mikrobiyomunun diğer üyelerine karşı kullandıkları kimyasal silahlara sahiptir. *Penicillium* cinsine ait iki peynir mantarı, mavi küflü peynirdeki *P. roqueforti* mantarı ve yumuşak peynirdeki *P. camemberti* mantarı, üzerinde mayaları öldüren bir toksin üreten genlerin, mantar önleyici bir proteini üreten farklı bir genin ve mikrop öldürücü olduğu düşünülen üçüncü bir genin yer aldığı bir DNA şeridini paylaşır.²⁷ Peynirin içinde yaşamayan *P. roqueforti* suşlarında bulunmaması, bu gen kümesinin peynir mikrobiyomunda yer alan ancak hangisi olduğu tam olarak bilinmeyen farklı bir mantardan yatay gen transferiyle geçtiğine işaret eder.

Peynir mikrobiyomunun tüm karmaşıklığına rağmen peynir üreticilerinin, ilk başta doğru malzemeleri kullandıkları sürece, sahip oldukları dört kontrol mekanizmasıyla aynı peynir türlerini istikrarlı bir şekilde defalarca üreterek aynı lezzeti

yakalayabilmeleri hayret vericidir. Peynircilik gelenekleri, doğada eşi benzeri olmayan ve buna rağmen en az doğadakiler kadar istikrarlı mikrobiyomların üretilmesine yol açmıştır. Peynir mikrobiyomlarının içinde evrimleşen bakteriyosinler, antibiyotikler ve mutualizm ilişkileri, mikrobiyomları meydana getiren farklı unsurları dengede tutarak aynı peynirlerin yeniden üretilmesine katkıda bulunur.

Süt en doğal besin kaynağımızken peynir, paradoksal bir biçimde, doğada eşdeğeri bulunmayan, en yapay besin kaynağımızdır. “Yapay” kelimesi besin maddelerini tanımlarken olumsuz bir ifade olarak kullanılır ama peynir bize yapay besinlerin lezzetinin korkulacak bir şey olmadığını gösterir. Evrim sürecinin herhangi bir noktasında türümüzün karşısına çıkmış ve yapay hiçbir unsur içermeyen herhangi bir besin maddesi yüksek ihtimalle gıda olarak tüketmemize uygun değildir. Süt ve peynir, bizim kendi evrimimizin, besin olarak tükettiğimiz türlerin evrimine bağımlı olduğunu mükemmel bir şekilde ortaya koyar. Laktaz sürekliliğinin Avrupa’daki, Doğu Afrika’daki ve Suudi Arabistan’daki hızlı evrimi büyükbaş hayvanlarla

develerin evcilleştirilmesinin ardından gerçekleşmiştir. Yalnızca 6000 yıl önce geliştirilen sütçülük uygulamaları sayesinde mikropların dünyasından

yeni bakteriler ve yeni mikrobiyomlar ortaya çıkarılmıştır. Fermantasyonun bir diğer ürününü de mikrobiyal dünyaya borçluyuz ancak bu ürünün evrimsel kökenleri peynirden çok daha eskilere dayanıyor. Şimdi sıra, doğal olarak, bir şişe açıp birkaç kadeh içmeye geldi.

12* ŞARAP ve BİRA

Sarhoşluk

İnsanlarla alkol ve maya arasındaki ilişki çok derinlere nüfuz eder. Mayanın büyüğü bir şekilde, üzümlerden ve tahıllardan yarattığı etanol adı verilen minik alkol molekülü, bilinci etkileyen uyuşturucuların büyük dönüştürücü gücünü elinde tutar. Bu molekül moralimizi yükseltebilir veya bozabilir, bizim için ilham kaynağı olabilir veya aklımızı karıştırabilir, cinsel isteğimizi artırabildiği gibi cinsel performansımızı düşürebilir, gerginlik yaratabileceği kadar mayışmaya da sebep olabilir. Bu kadar tutarsız, hayalperest ve aldatıcı bir arzu odağının, sevenlerini büyülemeyi, çıldırtmayı ve köle haline

getirmeyi başaramaması mümkün olabilir mi?

Alkol bizi ucu derinlere uzanan ilmeklerle kendine bağlar. Alkolün üzerimizde hem iyi hem de kötü etkiler yaratan, böylesine güçlü bir hâkimiyet kurmasının temel nedeni, etanolün evrimleşerek dayanıklılık geliştirdiğimiz bir toksin olmasıdır. Alkol bu açıdan bilincimizi etkileyen diğer uyuşturuculardan farklıdır. Afyon, esrar ve kokain sinir sistemimizdeki doğal maddeleri taklit ederek beynimize etki eder. Opiyatları, kanabinoidleri ve kokaini üreten bitkiler evrim geçiçerek, otoburlarla giriştikleri silahlanma savaşında kullanmak üzere bu psikoaktif bileşikleri geliştirmiştir. Bu maddelerin sadece bizim üzerimizde etki göstermesinin nedeni beyin kimyasının hayvanlar âleminin genelinde birbirine çok benzer olmasıdır. Bir eroin bağımlısı, afyon bitkiyle tırtıllar arasındaki savaş kenardan izlerken kaza kurşununa kurban giden bir kayıptır.

Buna karşın etanol, insan metabolizmasında işlevsel açıdan eşdeğeri olmayan bir toksindir. Bu durum striknin ve arsenik gibi zehirler için

de geçerlidir ama etanol yalnızca bir toksin olsaydı şarap, bira ve diğer alkollü içkiler eczanelerin zehirler için ayrılmış dolaplarında

saklanan karışımlar olurdu. Etanolle diğer zehirler arasındaki fark, etanole, yediğimiz besinler aracılığıyla -büyük insansı maymunların ana yemeği meyve salatası olduğundan- bizim de uzun süre maruz kalmamızdır. Meyveler şempanzelerin beslenmelerinin de ana dayanağıdır ve 5 milyon yıldan uzun bir süre önce yaşamış ortak atalarımızın diyetlerinde de önemli bir yer tutmuş olmalıdır. Olgun meyvelerin olduğu yerlerde maya; mayanın olduğu yerlerdeyse alkol vardır. Biz de en az büyük insansı maymunlar kadar üzüme düşkün bir türüz.

Olgunlaşmış bir üzüm salkımının üzerinde, erzakla dolu bir kalenin etrafında kamp kurmuş bir kuşatma ordusu gibi meyveleri saran ince bir mikrop tabakası oluşur. Meyveler toplandıktan sonra ezilip fermentasyon işlemi için hazırlanırken oluşan şıranın içinde yüzlerce mantar ve bakteri türü bulunur.¹ Üzüm şırası fermente olurken içindeki mikrop türleri, tıpkı olgunlaşan peynir mikrobiyomunda (11. Bölüm) olduğu gibi, karbonhidratların sürekli değişen açık büfesinden beslenmek için birbirleriyle rekabet eder ve birbirlerini atık ürünlerle zehirlerken güçlenir ya da zayıflar. Arzu edilen yiyeceklerin başını şeker, istenmeyen zehirlerin başını

da etanol çeker.

Şarap üreticileri tarafından bilinçli olarak eklenmediğinde bile üzüm mikrobiyomunun fermantasyonunda genellikle şeker tüketimi ve alkol üretimi konusunda tüm rakiplerini geride bırakarak galip gelen bira mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) olur. Protokolde en ön sırada yer almasalar da şarap üretiminde rol oynayan ve *Dekkera*, *Pichia* ve *Kloeckera* gibi harikulade isimlere sahip bir düzine daha maya vardır² ama bu mayalar nihayetinde, üretiminin çoğunlukla *Saccharomyces cerevisiae* türünün sorumlu olduğu ve yalnızca bu türün direnç gösterebildiği yüksek konsantrasyonlu alkole yenik düşer.

Saccharomyces cerevisiae türünün içeceklerin fermantasyonunda oynadığı merkezi rol nedeniyle, fermente edilmiş içeceklerin evriminin, 10 bin yıl önce üzümlerin ve tahılların evcilleştiği döneme veya 200 bin yıl önce modern insanların ortaya çıktığı döneme, hatta 10 milyon yıl önce büyük insansı maymunların atalarının ayrıldığı döneme değil, 125-150 milyon yıl öncesine, Kretase Dönemi'nde meyve veren çiçekli bitkilerin ortaya çıkışına dayandığı düşünülmektedir. Modern bira

mayasının ataları, bu dönemde meyvelerin

içerdiği şekerleri tüketmeye ve bu şekerleri havayla birlikte etanole dönüştürmeye başlayarak kariyerlerinin ilk adımını atıp çığır açıcı bir içecek işinin ve ek iş olarak kâr getiren fırıncılığın genetik temellerini kurdu.³

Bira mayasının şekeri etanole dönüştürürken sergilediği adanmışlık olağandışıdır. Peki ama bira mayası, şekeri niçin diğer mayalar gibi doğrudan büyümek için kullanmayıp daha fazla enerji harcayarak etanole dönüştürür? Bu sorunun, önceki paragraflarda üstü kapalı bir şekilde değinilen cevabı, etanolün, kendisiyle rekabet içindeki diğer mayaların ve bakterilerin ortamdaki şekeri tüketmelerini engellemek için bira mayası tarafından kullanılan bir silah olmasıdır. *S. cerevisiae* alkol dehidrojenaz (ADH) adı verilen bir enzim kullanarak etanol üretir. Bu enzimi kodlayan *ADH* geni yaklaşık 80 milyon yıl önce ikilenerek modern *S. cerevisiae* türlerinde bulunan iki ADH genini oluşturmuştur. İki ADH enzimi arasındaki fark, proteinin tamamını oluşturan 348 aminoasitten yalnızca birkaç düzinesinin değişik olmasından kaynaklanıyor olsa da bu iki enzim zıt işlevler görür. Enzimlerden biri *ADH1* geni tarafından kodlanır ve ilk meyvenin

evrimiyle ortaya çıkan orijinal işlevini yürüterek etanol üretir. İkinci gen (*ADH2*) tarafından kodlanan enzimse etanolü mayanın metabolizmasında kullanılan asetalhedit maddesine dönüştürür.

Orijinal *ADH* geninin kopyalanması evrim açısından çok önemli bir gelişmeyi temsil eder. *S. cerevisiae* türünün tek genli dönemde uyguladığı strateji, “komşuyu dilendirme politikası” olarak adlandırılabilir. Çünkü bu dönemde kendi şeker kaynaklarının bir kısmından feragat ederek, rakiplerini aç bırakmak ve zehirlemek için kullandığı ve şeker geri dönüştürülemeyen etanolü ürettiyordu, ikinci genin evrimleşmesi ve ilk gen tarafından üretilen etanolü asetalhedit maddesine dönüştürme yeteneği kazanması, “üret, biriktir, tüket” olarak adlandırılan yeni bir strateji sunar. Artık etanol hem bir silah hem de bir besindir. Etanolü asetalhedit maddesine dönüştüren tepkimenin gerçekleşmesi için oksijen gerekir. Bu yüzden mayanın *ADH2* kullanarak etanolü tüketmesini ve *ADH1*’in yaptığı bütün faydalı işleri boşa çıkarmasını engellemek istiyorsanız fermantasyon teknesinin hava alması önlenmelidir.

Şarap üretimi meyvelerin çürümesi esnasında

meydana gelen doğal fermantasyon olayının ehlileşmiş versiyonudur sadece. Az miktarlarda alkol ihtiva eden meyveler primat atalarımızın temel besin maddelerinden biri olduğundan, etanole karşı dayanıklılık kazanmamızın ve bu maddeyi üretmek istememizin kökenleri bu beslenme alışkanlığına dayanır. Bu hipotez yakın zamana kadar basit bir spekülasyondan ibaretti ancak elde edilen genetik bulgular artık bu hipotezin doğruluğunu neredeyse kanıtlamış durumdadır. Alkol toleransı eski dostumuz alkol dehidrojenaz enziminin insanlarda görülen ve ADH4 adı verilen bir versiyonundan kaynaklanır. ADH4 karaciğerde yeterince yüksek bir konsantrasyona ulaştığında etanolü metabolize eder. ADH4 enzimini kodlayan genin evrimleşme sürecinin yeniden yapılanması içkiye düşkün tüm primatların paha biçilmez bir dostu olan bu genin 13-21 milyon yıl önce mutasyon geçirerek günümüzdeki halini aldığı ortaya çıkarmıştır. Bu aşağı yukarı orangutanlarla insanların son ortak atasının yaşadığı dönemdi.⁴ Bir orangutana hiçbir zaman bira teklif etmemelisiniz. Size bunun için teşekkür etmeyecektir. Öte yandan, daha yakın akrabalarımız goriller de bizim gibi *ADH4* mutasyonunun taşıyıcısıdır

ancak gorillerle içki içmek isterseniz, bunu yine de ayık kafayla düşünmenizi öneririm.

ADH4 mutasyonu enzimin protein dizisinde yalnızca bir aminoasit-din değişime uğramasına yol açmıştır ve bu da aşağı yukarı, bu kitabın bir çift sayfasındaki tek bir kelimenin değiştirilmesiyle eş-değerdir,⁵ ancak bu değişimin etkisi enzimin alkolü parçalama yeteneğini 40 kat⁶ artırmak olmuştur. Bu mutasyonun neden olduğu değişim bize iki farklı açıdan avantaj sağlamış olabilir. İlk olarak bu mutasyon, evrimleşme sürecimizin, anavatanımız Afrika'da ikliminin kuraklaştığı ve primatların daha az sayıda ağaçla kaplı geniş otlaklarda yaşamaya adapte olduğu, bu yüzden muhtemelen ağaçlardan inip yerde daha fazla vakit geçirmeye başladığı bir dönemde meydana gelmiştir. Yerden toplanan meyvelerin çürük olma ve daha fazla etanol içermeye ihtimali yüksek olduğundan, *ADH4* mutasyonu muhtemelen bu dönemde sahip olunabilecek kullanışlı bir yenilik olmuştur. Şahsen ağaç tepelerinde takılıp kalmaktansa barlarda takılmayı tercih ettiğimiz fikri kulağıma hoş geliyor ama ağaçlara bağımlılığımızın azalmasının *ADH4* enziminin evrimleşmesinde önemli bir rol oynamış olabileceğine işaret

eden bulguların tümü ikinci derece kanıt niteliğindedir ve test edilmeleri de oldukça zordur.

ADH4 mutasyonunun bize sunduğu ikinci avantajı değerlendirmemiz ilkinden çok daha kolaydır. Alkolün zehirli etkisini gideren etkili bir enzime sahip olmak, mevcut besin stoklarının artmasını sadece çürük meyveleri yiyebilmemize olanak tanıyarak sağlamaz, kendisi de enerji zengini bir besin kaynağı olan alkolün bu stoklara ayrıca katkısı vardır. Etanol aynı miktarda karbonhidratın neredeyse iki katı kadar kalori içerir. Dolayısıyla öğle yemeği içkisi hakkında yapılan onca şaka aslında sağlam temellere dayanır. Elbette tıbbi açıdan bakıldığında bu şakaların daha karanlık bir yönü de vardır. Biyolog Robert Dudley insanların damak tatlarının alkolle alışmasının ve alkolizmin temellerinin meyve yiyen atalarımıza dayandığını ileri sürer.⁷ *ADH4* enziminin evrim tarihi, alkol toleransı kazanmak için adaptasyon geçirdiğimiz iddialarını kesinlikle destekler ancak bu, alkolün bazı insanlarda bağımlılık yaratırken diğerlerinde niçin yaratmadığını açıklamaz.

Farklı insanların ve kültürlerin ne kadar alkol tükettikleri ve alkol bağımlısı olmaya ne kadar

yatkın oldukları önemli oranda değişkenlik gösterir. Bu değişkenliğin genetik temelleri kısmen de olsa ADHİB olarak adlandırılan farklı bir alkol dehidrojenaz enzimine dayanır. ADHİB enzimini kodlayan genin uğradığı mutasyonun frekansı Çin’de ve Japonya’da oldukça yüksektir ve bu ülkelerin nüfuslarının yüzde 75’i, *ADHİB*2* adı verilen alelin en az bir kopyasını taşır. Güneybatı Asya nüfusunun beşte biri de aynı aleli taşır ama bu alele Avrupalılar ve Afrikalılar arasında nadiren rastlanır. *ADHİB*2* alelini taşıyan bireylerin aşırı miktarda alkol tüketme veya alkolik olma ihtimalleri çok daha düşüktür. Bu ilk bakışta çelişki yaratıyor gibi görünebilir çünkü bu mutasyon etanolün metabolize edilme hızını yüz kat artırır. Hatırlarsanız büyük insansı maymunların evrimleşme süreçlerinin erken safhalarında ADH4 enziminin faaliyetini artıran bir mutasyon geçirmeleri bize alkol toleransı kazandırmış ve az içmek yerine daha fazla içki içmeye meyilli olmamıza yol açmıştı. Her iki ADH enzimi de etanolü, mide bulantısının, baş ağrısının ve akşamdan kalma halinin sorumlusu olan asetaldehite dönüştürür. Peki ama bu iki gen üzerinde meydana gelen ve ADH verimliliğini artıran bu

mutasyonlar nasıl olur da bu kadar farklı etkiler yaratabilir?

Bu enzimlerin farklı etkiler yaratmasının nedeni, farklı alkol konsantrasyonlarında faaliyet göstermeleridir. ADH4 yüksek alkol konsantrasyonlarında, ADH5 ise düşükte faaliyet gösterir. ADH5 düşük etanol konsantrasyonlarında faaliyet gösterdiğinden, *ADH5*2* aleli tarafından üretilen enzimin daha yüksek verimle çalışması, ilk içkinin içilmesinden sonra vücuttaki asetaldehit miktarının hızla artmasına yol açar ve bu da güçlü bir caydırıcı etki yaratır.⁸ Sonuç olarak, bu alele sahip insanlar nadiren aşırı miktarlarda alkol tüketir.⁹ Bu insanların kalp ve damar hastalıklarına yakalanma ve felç geçirme ihtimalleri de daha düşüktür.¹⁰ Diğer taraftan, *ADH5*2* alelinin yarattığı etkileri görmezden geldikleri veya bu alele sahip olmadıkları için daha yüksek miktarlarda alkol tüketen insanlar içme alışkanlıklarına bağlı olarak ADH4 sayesinde alkole karşı tolerans kazanabilir ancak bu durum sağlıklarının olumsuz etkilenmesine neden olur.

Karaciğerin alkolü asetaldehite dönüştüren bir hazne olduğunu hayal edin. Asetaldehit zehirli bir maddedir, dolayısıyla haznenin içindeki asetaldehit

miktarının sürekli olarak gözetim altında tutulması gerekir. Bu miktarı etkileyen üç farklı unsur vardır: (1) kan dolaşımıyla hazneye ne kadar alkol taşındığı, (2) alkolün ADH enzimleri tarafından ne kadar hızlı asetalhedita dönüştürüldüğü, ve (3) asetalheditin ne kadar hızlı metabolize edildiği. Son basamak karaciğerde, asetalhedit dehidrojenazlar (ALDH) adı verilen üç farklı enzim tarafından gerçekleştirilir. Ölçülü bir şekilde alkol tükettiğiniz için veya enzimleriniz alkol ve asetalhediti hızla işleme tabi tuttuğundan, bütün bu süreç pürüzsüz bir şekilde ilerlerse, bu maddeler yeniden kan dolaşımınıza girmez ve “akşamdan kalma” belirtileri sergilemezsiniz ancak herkes bu kadar şanslı değildir.

Bazı insanların ALDH enzimlerini kodlayan genlerinde taşıdıkları bazı mutasyonlar asetalhedit maddesini metabolize eden enzimlerinin faaliyetlerini yavaşlatır. Bu etkiyi yarattığı bilinen iki farklı mutasyon vardır; birine Kuzey Avrupa’da, diğerine Doğu Asya’da rastlanır.¹¹ Doğu Asya’da görülen mutasyona sebep olan alelin frekansı popülasyonlar içinde yüzde 40’a kadar çıkabilir. Bu tür bir genetik yapıya sahip bireyler nispeten daha zayıf işlev gören ALDH enzimlerine sahiptir ve

alkol tükettiklerinde asetalhedit maddesi vücutlarında hızla birikir. Bunun olumsuz yanı, alkol tüketiminin “akşamdan kalma”lıkla ilişkilendirilen belirtilerin görülmesine yol açmasıdır; olumlu yanıysa bu durumun caydırıcı olması nedeniyle alelin bir kopyasına sahip bireylerin nadiren alkolik olmasıdır. Ebeveynlerinin her birinden birer alel alarak iki kopyaya sahip olan bireylerde “akşamdan kalma”lıkla ilişkilendirilen belirtiler çok daha ağır olur. Dolayısıyla bu insanların alkol bağımlılığına karşı tam anlamıyla korundukları söylenebilir.

Eğer Doğu Asya kökenliyseniz, alkol içmekten keyif alamama olasılığınız oldukça yüksektir. Bunun nedeni ADHİB enziminin verimliliğini artırıp, ALDH enziminin verimliliğini azaltarak alkol tükettiğinizde asetalhedit maddesinin vücudunuzda hızla birikmesine yol açan alele sahip olma olasılığınızın yüksek olmasıdır. İlk enzim asetalhedit maddesinin hangi hızda üretildiğini, İkincisiyse hangi hızda parçalandığını kontrol eder. Bu yüzden iki alele de sahipseniz, ağzınıza pek fazla içki sürmediğinize dair gözüm kapalı bahse girebilirim. Bu alellere niçin Doğu Asya’da daha sık rastlandığı henüz araştırılmamıştır ama bu durumun alkol

tüketimiyle alakalı olmama ihtimali de vardır çünkü ADH ve ALDH enzimleri metabolizmanın farklı alanlarına da etki eder.

Alkolle beraber tüketildiğinde, asetalhedit maddesinin üretilmesini veya vücuttan atılmasını sağlayan mekanizmalara tesir ederek istenmeyen etkilere yol açan yiyecekler de mevcuttur. *Coprinopsis atramentaria* veya pösteki mantarı yalnızca alkolle beraber tüketildiğinde zehirleyici etkisi olur. Bu mantar ALDH enzimini etkisiz kılan, koprin adında bir bileşik içerir ve insanlar bu mantarla birlikte içki içtiklerinde dakikalar içinde akşamdan kalma halinin ağır belirtilerini sergiler.¹² Alkol dehid-rojenaz enzimi içeren gıdalar da alkolle etkileşime girerek istenmeyen etkiler yaratma potansiyeline sahiptir. *Lactococcus chungangensis* türünden laktik asit bakterileriyle üretilen yumuşak peynir hatırı sayılır miktarda ADH ve ALDH içerir.¹³ Bu peynir, bir deneyde, etanolle beraber farelere yedirildiğinde, farelerin kanındaki alkol konsantrasyonunun azaldığı görülmüştür. Bu *Lactococcus* türü normalde peynir üretiminde kullanılmaz ancak rağbet görürse, şarap-peynir partilerini sonsuza dek değiştirme potansiyeline sahiptir, en azından fareler arasında.

Mayalar, meyveler ve primatlar arasındaki evrime dayanan uzun soluklu ilişki, insanlar bitkileri evcilleştirmeyi öğrendiğinde fermente edilmiş içeceklerin de kısa süre sonra ortaya çıkmasının kaçınılmaz olduğu anlamına gelir. Gerçekten de birçok kişi ilk tahılların ekmek üretmek için değil bira mayalamak için yetiştirildiğini ileri sürer.¹⁴ Bira hem besleyici bir içecektir hem de alkol fermantasyonu su kaynaklarında var olabilecek zararlı bakterilerin üremesini kontrol altında tutar. Şu ana dek keşfedilen, fermente edilmiş içeceklere dair en eski ve kesin arkeolojik bulgular, Kuzey Çin'in Henan eyaletinde yer alan, Neolitik çağın erken dönemlerine ait Jiahu adındaki bir köyde bulunan toprak kavanozlardaki fermente edilmiş pirinç, bal ve meyve kalıntılarıdır.¹⁵ Kökeni 9000 yıl öncesine dayanan bu mayalı içecek, üzümünden ya da akdiken meyvesinden üretilmiştir. Fermente edilmiş içeceklerin bilinen en eski örneği olsa da ilk mayalı içki kabul edilmesi Çin'de bile mümkün değildir.

Anavatanı Çin olan birçok yabani üzüm türü vardır ancak bunlardan yalnızca biri, *Vitis vinifera* Avrupa'da binlerce yıldır şarap üretiminde kullanılan evcilleşmiş türün atasıdır. Yabani üzümler

doğada ender rastlanan bitkilerdir ancak Kuzey Afrika'dan Ren Nehri'ne uzanan coğrafyada hâlâ yetişirler. Evcilleşmiş bitkiyi yabani atasından ayıran birkaç önemli özellik vardır. Doğada erkek ve dişi çiçekler farklı bireyler üzerinde yetişir ve bu yüzden tüm yabani bitkilerin yalnızca yarısı üzüm üretir ve dölleme ve meyvenin tutması için erkek bitkilere ihtiyaç duyulur. Evcilleşmiş asmalar hem erkek hem de dişi üreme organları olan hermafrodit çiçeklere sahiptir, dolayısıyla her asma kendi başına üzüm üretir. Ekilmiş üzümler doğada yetişen yabani akrabalarıyla kıyaslandıklarında daha iridir, daha fazla şeker içerir ve meyveyi daha iyi tutan daha büyük salkımlarda görülür.¹⁶

Vitis vinifera türünden şarap üretildiğini gösteren en eski arkeolojik bulgular, İran'ın kuzeyinde yer alan Zagros Dağları'ndaki Neolitik döneme ait bir köyün harabeleri arasından çıkmıştır. Bu köyde bulunan ve MÖ 7000 senesinden kalmış olduğu tahmin edilen bir kavanozun içinde üzüm ve geleneksel olarak sirke bakterilerinin üremesini engellemek için şaraba katılan bir tür ağaç reçinesinin kalıntıları keşfedilmiştir. Mürrisafi antik çağlarda aynı amaç için kullanılmıştır ve Yunan retsina şarabı

karakteristik tadını ağaçlardan elde edilen reçineye borçludur.¹⁷ Bu sahanın yaklaşık 1000 kilometre kuzeyindeki Kafkas Dağları'nda, günümüzde Ermenistan sınırları içinde yer alan Areni köyünün yakınlarındaki bir mağaranın içinde, 6000 yıllık bir ezme yatağının bulunması heyecan yaratmıştır.¹⁸ Ezme yatağının zemini sıkıştırılmış kille düzleştirilmiş ve ezilen üzümlerin suyu, gömülü bir testinin ağzında toplansın diye zemine aşağı doğru eğim verilmiştir. Üzüm ezilen zeminin yakınlarında, üzüm suyunu fermente etmek ve depolamak için kullanılan testiler ile üzümlerin, üzüm kabuklarının ve saplarının kurumuş kalıntıları da bulunmuştur. Testilerden birinde ve zemine gömülü toplama haznesinin içinde, kırmızı üzümlere ait kimyasal kalıntılara rastlanmıştır. Üzerinde, “Kırmızı Şarap MÖ 4000” yazan antik bir şarap etiketi bulunmamış olsa da elde edilen bulgular Areni'nin bilinen en eski şaraphane olduğunu mümkün olduğunca açık bir şekilde gösterir. Areni'de günümüzde de şarap üretimi yapılır; bu köyde üretilmiş şaraplardan birini New York'ta satın alıp tadan lan Tattersall ve Rob DeSalle, *A Natural History of Wine* [Şarabın Tarihçesi] adlı kitaplarında, “Akılda kalmaya ve daha

fazlasını istemeye neden olacak o tatminkâr dokusuyla parlak kırmızı meyveler ve vişneler” diyerek bu şarabı anlatmışlardır.

Nikolay Vavilov (4. Bölüm) üzüm asmalarının ilk olarak, yabani asmaların günümüzde de yaygın olarak yetiştiği Kafkasya’da evcilleştiğini ileri sürmüştür. Günümüzde genetik biliminin bize sunduğu imkânları kullanarak üzümün ilk olarak nerede ve ne zaman kültürlenmiş olduğunu kesin olarak saptayabilmemiz gerektiğini düşünebilirsiniz ancak bu sanıldığından daha zordur çünkü yabani bitkiler belirli sınırlar içinde kalan üzümleri ilk evcilleştirme anından bu yana döllemeye devam etmiş ve bu durum ilk evcilleşme olayının genetik izlerini bulandırmıştır. Olaya iyimser açıdan bakıldığında, genlerin yabani bitkilerden evcilleştirilmiş bitkilere azar azar aktarılması, kültür çeşitlerinin, çubuklarının köklendirilmesiyle çoğaltılmaları sonucunda ortaya çıkan tekdüzeliği tercih eden bağcılık sektörünün oluşturduğu baskılara rağmen, üzümlerin genetik çeşitliliğini korumasına yardımcı olmuştur.

Tüm bu kısıtlamalara rağmen, genetik bilimi üzüm asmalarının ilk olarak 10 bin yıl önce Kafkasya’da evcilleşmiş olduğunu, bu

bölgeden Bereketli Hilal'e yayılarak 5000 yıl önce Mısır'a ulaştığını, daha sonra Batı'ya ilerleyerek Akdeniz'in etrafından dolanıp Güney Avrupa'ya geçtiğini ve 2500 yıl önce Fransa'ya ulaştığını gösteren arkeolojik bulguları destekler niteliktedir. Bazı araştırmacılar üzüm asması olarak tanınan bu dallı budaklı genetik karmaşanın içinde *Vitis vinifera* türünün hem Kafkasya'da hem de Batı Akdeniz'de birbirlerinden bağımsız evcilleştigiine dair saklanmış deliller olduğunu ileri sürmektedir ancak bu kitabın kaleme alındığı tarihte bu iddialar hâlâ kanıtlanmamıştır.²⁰

Üzüm asmasının etrafını saran gizem perdesi o kadar kalın ve bazı bölgelerde şovenizm o kadar güçlüdür ki üzümün Sardinya Adası'nda, Languedoc'ta ve İspanya'da ikinci kez evcilleşmiş olduğuna dair çeşitli iddialar ortaya atılmıştır ancak şu ana dek bu iddiaların hiçbirisi Gürcülerin Kafkas Dağları'nın korunaklı ortamında yetişen ilkel asmalarından duydukları haklı gururla boy ölçüşebilecek kadar sağlam temellere dayandırılammıştır.²¹ Bunlar asma filizlerinin, önlerinde saygıyla eğilinmesi gereken atalarıdır. Aslında her asma bitkisi, her insan gibi tarih boyunca nesilden nesile aktarılan ve bireylerin,

bulundukları ortamlarda hâkim şartlara adapte olmalarını sağlayan genlerin bir ürünüdür. Yaklaşık 10 bin farklı evcilleşmiş üzüm türünü içinde barındıran *Vitis vinifera*'nın çeşitliliği, kendi türümüzün genetik çeşitliliğiyle benzerlik taşıması açısından iyi bir örnektir ancak türümüz, evrimleşme süreçlerinde üzüm asmalarına büyük fayda sağlayan bir özellikten mahrum kalmıştır: klonal üreme.

Üzüm asmaları Roma döneminden bu yana, mevcut çeşitler arasından seçilen fidelerin ekili köklere aşılanmasıyla çoğaltılmıştır. Bu belirli bir kültür bitkisinden elde edilen tüm üzümlerin, tek bir klonun meyveleri olduğu anlamına gelir. Elde edilen yeni çeşitlerin tümü mevcut çeşitlerin melezlenmesiyle üretilmiştir. Yeni nesillerden fideler seçilerek aşılama yöntemiyle klonal çoğaltma yapılmıştır. Yeni çeşitlerin ebeveynleri, geleneksel olarak mevcut yerel ürünler arasından seçildiğinden, üzüm çeşitleri zamanla birbirleriyle akraba aileler halinde kümelenmiştir. Örneğin İspanya'nın kuzeyinde yetiştirilen üzümler üzerinde yapılan genetik analizler, tümünün birbirleriyle yakın akraba olduğunu ortaya koymuştur. Roma döneminin ardından, şarap üretiminde kullanılan asmalar, Hristiyanlığın

yayılmasıyla Efkaristiya ayinlerinde kullanılmak üzere Avrupa'nın her yanına taşınmıştır. Görünüşe bakılırsa, İspanya'da yetişen üzüm çeşitlerinin türetildiği orijinal klon Fransa'dan yola çıkarak, Pireneler'i aşan kutsal bir hac rotası üzerinden İspanya'nın Santiago de Compostela şehrine taşınmıştır.²²

Klonlar zaman zaman kendiliğinden, *sport* olarak adlandırılan ve bitkinin geri kalanından farklı mutant filizler oluşturabilir. Yetiştiricilerin bu filizleri çoğaltmayı seçmeleri durumunda yeni üzüm çeşitleri evrimleşir. Pinot bu şekilde evrimleşerek birçok farklı çeşide ayrılan, şampanya ve Burgonya şarabının üretiminde kullanılan eski ve "soylu" bir üzümdür. Yalnızca Fransa'da 64 Pinot klonu tanımlanıp kayıt altına alınmıştır. Üzüm klonlarında görülen mutasyonların büyük çoğunluğu transpozon olarak adlandırılan başıboş DNA parçaları yüzünden oluşur.²³ Bunlar genomun içinde hareket edebilen ve kendilerini çiftleyip çok büyük miktarlara ulaşabilen DNA parçalarıdır. Transpozonlar üzüm genomunun yüzde 40'ını, bizim genomumuzsa yarısını oluşturur.

Transpozonlar bazen "zıplayan genler" olarak

da adlandırılır ancak bu genlerin proteinleri kodlayan genler gibi birincil işlevleri yoktur. Buna rağmen kendilerini işlevsel genlerin içine yerleştirip, sözkonusu genlerin işlevlerini kaybetmesine veya değişim geçirmesine yol açarak mutasyonlara neden olduklarından evrim açısından son derece önemlidir. Sık görülen ve Pinot Blanc (beyaz) ve Pinot Gris (gri) gibi birçok yeni Pinot klonunun evrimleşmesine yol açan bir mutasyon, üzümlerin rengi üzerinde etki eder. Pinot Noir üzümlerinin siyah rengi ve diğer siyah veya kırmızı üzümlerin çeşitlerinin renkleri, antosiyanin adı verilen bir pigmentten kaynaklanır. Pinot Blanc, Pinot Gris ve diğer beyaz üzümler pigment eksikliklerini bir transpozon yüzünden meydana gelen ve antosiyanin üretimini kontrol eden bir genin işlevini yitirmesine yol açan bir mutasyona borçludur.²⁴

Transpozonlar işlevsel genlerin içine girebildiği gibi, bu genlerin içinden çıkarak yarattıkları etkileri ters de çevirebilir.²⁵ Kırmızı renkli Ruby Okuyama ve Flame Muscat üzümleri bu şekilde beyaz renkteki, İtalya ve İskenderiye Misketi üzümlerinin antosiyanin pigmentini üretmekten sorumlu genlerinin işlevlerini yeniden kazanmış

olduğu sportlarından türetilmiştir. Beyaz üzümleri üreten klonlar beyaz (mu-tant) alelinin iki kopyasına sahiptir ama Pinot Noir, Syrah ve Merlot gibi birçok kırmızı ve siyah üzüm çeşidi de beyaz alelinin bir kopyasını taşır.²⁶ Bu durum antosiyaninin bir dozunun iyi ama iki dozunun fazla geldiğine işaret eder. Bunun olası bir açıklaması, bu pigmentin üretimi bitkiler için masraflı olduğundan doğal seçilimin, yapay seçilimin veya her ikisinin birden antosiyanin pigmentini üretmekten sorumlu genin işlevini yitirmiş bir kopyasına sahip klonlan kayırmasıdır.²⁷ Bu hipotezin doğru olup olmadığı şu ana dek test edilmemiştir.

1860'larda Fransa'nın güneyinde yeni bir asma hastalığının ortaya çıkmasıyla, üzüm çeşitlerinin genetik kimliklerini (genotiplerini) korumak için uygulanan aşılama tekniğinin beklenmedik bir faydasının daha olduğu ortaya çıkmıştır. Bu hastalık asma yapraklarının olgunlaşmadan dökülmesine, üzümlerin asmaların üzerinde kurummasına ve asma köklerinin çürümesine yol açmıştır. Yeni bir hastalık ortaya çıktığında çoğu zaman tanık olduğumuz gibi, hastalığın nedenleri ilk etapta anlaşılamamıştır. Ölü asmaların üzerinde kendilerini neyin

öldürdüğüne dair herhangi bir işaret bulunamamış ve Montpellier Üniversitesi'nde görev alan bitkibilim profesörü Jules Emile Planchon'm aklına hastalıklı bölgelerin kenarlarında yetişen sağlıklı bitkilerin köklerini incelemek gibi parlak bir fikir gelene dek zanlılar ortaya çıkarılamamıştır. Yapılan incelemelerde bu bitkilerin köklerine yaprak bitlerine benzeyen böceklerin üşüşerek köklerden bitki özlelerini emdikleri görülmüştür.

Bu böceklerin varlığı o ana dek Avrupa'da bilinmiyordu ve Planchon on yıla yakın bir süre boyunca bu böceklerin karmaşık yaşam döngülerini çözmek için çabaladı. Sonunda bu böceğin yaşam döngüsünün tam on sekiz safhadan oluştuğu keşfedildi. Bu sırada hastalık yayılmaya devam ederek Fransa'nın her yerinde görülen üzüm bağlarını tahrip etti ve İspanya, Almanya ve İtalya'da da görüldü. Kısa süre sonra, Missouri eyaletinden böcekbilimci Charles Riley, Avrupa'daki üzüm bağlarını tahrip eden bu böcek hakkında söylentiler duyarak bu böceğin New York State'teki Amerikan asmalarının yapraklarının üzerinde yaşadığı bildirilen böceklerle aynı türden olup olmadığını merak etti. Çözülmesi gereken bilmecelerden biri Amerika'daki

böcekler asma yapraklarını istila ederken, Avrupa'daki böceklerin niçin asma köklerinde yaşadığıydı. Riley 1871'de Fransa'yı ziyaret ederek böcekleri kendi gözleriyle gördü ve o anda Amerika'daki böceklerle Fransa'daki böceklerin aynı türe ait olduklarını anladı. Bu böcek günümüzde, *Daktulosphaira vi-tifoliae* veya daha rahat telaffuz edilen adıyla filoksera²⁸ [asma biti] olarak tanınan böcek türüdür.

Riley, Darwin'in ilk takipçilerinden biriydi ve bu yüzden filoksera sorununu evrime dayalı bir bakış açısıyla ele almayı uygun gördü. Mantık yürüterek, bu böceğin anavatanı Amerika'daki asmaların, böceğin yarattığı hasardan mümkün olduğunca az etkilenmek için adaptasyon geçirmiş olması gerektiğini düşündü. Dolayısıyla *Vitis riparia* gibi filoksera böceğine dayanıklı Amerikan asmalarının köksaplarına Avrupa'da yetiştirilen *Vitis vinifera* çeşitlerinin aşılınmasıyla Avrupa'da baş gösteren filoksera salgınının önüne geçilebileceği sonucuna vardı. Planchon 1873'te ABD'yi baştan başa dolaştı ve Avrupalı göçmenlerin anavatanlarında yetiştirdikleri *Vitis vinifera* asmalarını Amerikan bağlarında yetiştirmeye çalıştıklarını gördü. Planchon, ölüme mahkûm diğer bağların aksine, Avrupa üzümlerinin Texas'ta

yetişen bir çeşit yabani üzümün köksaplarına aşılardığında coştüğünü gördü.²⁹ *V. vinifera* çeşitlerinin ABD’de yetiştirilebilmesinin tek yolunun, bunları yerli Amerikan köksaplarına aşılama olduğunu duydu. Sorunu yaratan ülkenin aynı sorunun çözümünü de sunması, Fransa’da ilk etapta tereddütle karşılandı ama zamanla Avrupa’da yetiştirilen üzüm çeşitlerinin filokseraya dirençli köksaplarına aşılması hem Avrupa’nın şarapçılık sektörünü hem de Avrupa’da yetiştirilen kadim türleri yok olma-
tan kurtardı. Riley bu konuda yaptığı katkılardan dolayı seçkin Fransız Şeref Nişanı’nı almaya hak kazandı.

Riley’in evrime dayalı içgöröleri, bir Amerikan çeşidiyle filokseraya duyarlı Avrupa kökenli bir *Vitis vinifera* çeşidinden aşılama ile değil melezlemeyle elde edilmiş Amerikan Concorde üzümünün Amerikan kültür bitkilerine de yayılabilecek bir filoksera çeşidinin evrimleşmesine yol açabileceğine dair uyarı yapmasına öneyak oldu; bitkide o dönemde herhangi bir hastalık belirtisi görülmemesine rağmen bunu öngörebil-mişti.³⁰ Aradan yüz yıl geçtikten sonra Riley’in tahminleri doğru çıktı ve artık özellikle de ABD’de yetişen Concorde üzümlerinin

üzerinde yaşamaya adapte olmuş bir filoksera çeşidi var.

Filoksera krizi Avrupa'da yetiştirilen asma türlerinin genetik çeşitliliğinde kayıplara da yol açtı çünkü Amerikan köksaplarına aşılana tüm klonlar kurtarılamadı. Hatta Carmenere adında bir çeşidin sonsuza dek kaybedildiği düşünülüyordu ama Fransız şaraplarının 19. yüzyılda dünya çapında çok popüler olması sayesinde, sonrasında bu çeşidin filokseranın yayılmadığı Çin'de ve Şili'de de hayatta kalmayı başardığı keşfedildi.³¹

İnsanların alkollü içeceklerin içeriğini oluşturan bitkilerin evrimleşme süreçleri üzerinde yarattığı etkiler kesinlikle üzümün şekillen-dirilmesiyle sınırlı kalmamıştır. Maya genomu da susuzluğumuzun kendine özgü izlerini taşımaktadır. *Saccharomyces cerevisiae* dünyanın dört bir yanına yayılmıştır ama bu türün yerel içkileri üretmek için kullanılan suşları her bir yörede birbirlerinden bağımsız olarak doğal ortamlarından alınarak evcilleştirilmiştir. Avrupa şaraplarının üretiminde kullanılan maya suşlarının ortak kökenleri Akdeniz'e dayanır ancak bazıları ABD'deki şaraphanelerde de aynı iş için kullanılmaktadır. Japonya'nın ulusal içkisi sakenin

üretiminde, tıpkı Çin'deki pirinç şarabının, Nijerya'daki palmiye şarabının ve Brezilya'daki romun üretiminde olduğu gibi, yerel *S. cerevisiae* suşları kullanılır.³² Bu içki mayalarının tümü yerel yabani *S. cerevisiae* popülasyonlarından, birbirlerinden bağımsız olarak seçilip görevlerine atanmıştır ve bu da bu türün, onun için yarattığımız nişe, nerede olursa olsun çok iyi adapte olduğunu defalarca göstermiştir.

Dünyanın farklı bölgelerinde kullanılan evcilleşmiş mayaların kökenlerinin tespit edilmesi hem doğadan hem de üzüm bağlarıyla şaraphanelerden numuneler alınıp incelenmesiyle mümkün olmuştur. Bunun sonucunda yabani numuneler *S. cerevisiae* türünün doğal tarihinin beklenmedik bir yanını ortaya çıkarmıştır. Bu meyve, Akdeniz çevresinde sezonluk bulunabilen bir kaynaktır bu yüzden mayanın yılın geri kalan kısmını nerede geçirdiği yeni sezonda nasıl yeniden ortaya çıktığı her zaman gizemini korumuştur. Günümüzde bu türün meşe ağaçlarının kabuklarında, yüksek ihtimalle bitki özleri tüketerek yıl boyunca yaşadığı keşfedilmiştir.³³ *S. cerevisiae* türünün Avrupa eşekarılarının bağırsaklarında yaşadığı da keşfedilmiştir. Eşekarıları olgun

üzümlerle beslenir ve üzüm bağlarındaki nüfusları en çok hasat zamanında artar.³⁴ Bu sayede yabancı ortamlarda yaşayan mayalarla üzüm bağlarında yaşayan mayalar arasında bir tür ekolojik bağlantı sağlar. Eşekarıların mayalar için sağladıkları yaşam alanı, yetişkin eşekarıların larvalarını besledikleri sırada nesilden nesile aktarılan daimi bir barınaktır.

Günümüzde seçilmiş maya suşları kültürlenerek şaraplara ve biralara eklenir ve bu durum yabancı popülasyonlar arasında genlerin değiş tokuş edilebilme olasılığını azaltır. Yine de bazı şarap ve bira üreticileri hâlâ yabancı maya kullanmaktadır. Newport, Oregon'da yer alan, “biracının mayası” diye anılan ve bu tanımlamanın kelimenin gerçek anlamıyla uyduğu The Rogue adındaki küçük ölçekli bir bira üreticisi, işi bir adım ileri taşıyarak bira ustasının sakalından alınıp evcilleştirilen “yabancı” bir mayayla fermente edilmiş bir tür bira üretir.³⁵ Herkesin sinekkaydı olduğu bira üretim yerlerinde bile, eğer böyle bir yer varsa tabii, yıl boyu maya eksik olmaz çünkü maya, şarap üretiminin üzümün hasat mevsimiyle sınırlı olması gibi arpanın hasat mevsimiyle sınırlanmaz. Bira üretiminde kullanılan arpanın ve diğer tahılların raf ömürleri oldukça uzundur ve

içerdikleri besleyici maddeleri gerek duyulduğunda vermeye hazırdırlar çünkü bu, tohumların doğada yapmak için adapte oldukları şeyin, yani çimlenme olayı meydana geldiğinde bitkinin dölleri- ne be- sin sağlama işlevinin ta kendisidir. Tahılların çim- lendirilmesi bira üretiminin de ilk basamağını olu- şturur ve bu işlem mayanın üzerinde çalışacağı şeker- lerin salınması için gerek duyulan enzimleri faali- yete geçirir.

Doğal ortam ve içeceklerin kendi doğal ortamı mayaların farklı adaptasyonlar geçirmesini gerekti- rir ve mayalar üzerinde farklı doğal seçim baskıları uygularlar. *S. cerevisiae* şarap ortamına adapte ol- mak için, yatay gen transferiyle farklı maya türlerin- den 39 gen içeren üç farklı, yabancı DNA parçası al- mıştır.³⁶ Bu genler şarap mayasının, fermente olan üzüm şirasının içinde yer alan farklı şekerleri, amino-asitleri ve azot kaynaklarını kullanmasına yardımcı olmak gibi şarap üretiminde önemli roller oynayan çeşitli işlevleri yerine getirir. Bu olay eşeyli üremeye melezleşemeyecek kadar uzak akraba olan türlerin genlerinin yatay geçişiyle birlikte mikropla- rın genomlarının ne kadar akışkanlaştığını ortaya koyar.

S. cerevisiae türünün flor mayası³⁷ adı verilen bazı özelleşmiş suşla-rının şarap ortamının şartlarına uyum sağlamak için geçirdiği adaptasyonlar daha da ileri seviyelere ulaşmıştır. Bu suşlar bir dizi beyaz şarabın, özellikle de varillerde olgunlaştırılan *sherry* gibi sertleştirilmiş şarapların olgunlaşma süreçlerinde önemli bir rol oynar. Flor mayası, eşsiz bir şekilde, şarabın içindeki tüm glikoz ve oksijen kullanıldıktan ve etanol konsantrasyonu en yüksek seviyeye ulaştıktan sonra büyümek için adapte olmuştur. Normal mayalar bu şartlar altında büyüyemez ama flor mayası bu şartlar altında hızla büyümek için adapte olmuştur. Şarabın içindeki glikoz konsantrasyonunun düşük seviyelerde olması *FLO11* adı verilen bir geni etkinleştirerek flor mayası hücrelerinin yüzeyine su tutmama özelliği kazandırır. Bu özellik flor mayası hücrelerinin, birbirlerine yapışarak CO₂ gazından oluşan kabarcıklar oluşturmasını ve şarabın yüzeyine çıkmasını sağlar. Hücreler yüzeye çıktığında isimlerinin kaynağı olan flor adında bir biyofilm oluşturur. Şarapla fıçıların tepesinde kalan hava arasında yüzen flor mayası hücreleri her iki ortamdan da ayrı ayrı faydalanır: Bulundukları konum, hem altlarında yatan

şarabın içerdği etanole hem de tepelerinde yer alan havanın içerdği oksijene erişim sağlamalarına, bu ikisinin bileşimi de etanolü bir enerji kaynağı olarak kullanmalarına olanak tanır.

Saccharomyces cerevisiae içkileri düşük ısılarda fermente etmekte diğer mayalar kadar başarılı değildir ancak diğer mayaların hiçbiri de onun kadar alkolik değildir. İçkilerin düşük ısılarda fermente edilmesi için kullanılan mayalar *S. cerevisiae* ve düşük ısılarda daha iyi işlev gören diğer *Saccharomyces* türlerinin her ikisinin güçlü yanlarını bünyelerinde barındıran melezleridir. Bu melezler lager biralarının fermantasyonunda birbirlerinden bağımsız olarak birkaç sefer ev-rimleşmiştir. *Saccharomyces carlsbergensis* diye anılan lager mayasının, izole edildiği ve adını verdiği Kopenhag'daki bira fabrikasının fiçılarını mesken edinmesinin hikâyesi henüz tam olarak netlik kazanmamıştır.³⁸ Hikâyenin, mayanın genetik ilişkilerinin şifrelerinin çözülmesiyle açığa çıkan, buraya kadarki kısmıysa İskandinav ef-sanelerinden öğeler barındırır.

Genler bize *Saccharomyces carlsbergensis* türünün, her yerden biten alkol düşkünü *S. cerevisiae* ile bu mayanın *Saccharomyces eubayanus* adındaki

soğuğa dayanıklı bir kuzeninin melezi olduğunu gösterir ancak sonraki ebeveyn için iki muhtemel kaynak vardır. Soğuğa adapte olmuş bu türün Arjantin'in güney ucunda, Patagonya'da yetişen Güney'deki kayın ağaçlarının kabuklarında ve ayrıca Asya'da, Tibet Platosu'nda yaşadığı görülmüştür. Buralardan elde edilen *S. eubayanus* suşlarının her ikisinin de *S. carlsbergensis*'in genomunun diğer ebeveyniyle eşleşmeyen kısımlarıyla yüzde 99'dan fazla benzerlik taşıdığı ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla lager mayasının soğuğa adapte olmuş genlerinin hangi soğuk bölgeden, Güney Amerika'nın ucundan mı, yoksa Asya'nın tepesinden mi geldiğini kesin olarak söyleyebilmemiz için Süleyman'ın yargısına ve bir miktar da adli kanıta sahip olmamız gerekir. Bu genlerin, kökenleri hangi bölgeye dayanırsa dayansın, bu kadar uzak mesafeleri katederek Avrupa'ya nasıl geldikleri daha da büyük bir gizemdir ama bu genler bunu bir şekilde başarmıştır.

Carlsberg bira fabrikasının kurucusu, Jacob Christian Jacobsen, biralarının üretiminde kullandığı mayayı, 1845'te Almanya'nın Münih şehrinde bulunan Spaten Bira Fabrikası'ndan tedarik etmiştir.

Almanya'dan tedarik edilen bu maya aşısının *S. eubayanus*'un kendisini mi, yoksa *S. cerevisiae* ile melezlenmiş versiyonunu mu içerdiğini bilmiyoruz ama ileride *S. carlsbergensis* olarak anılacak mayayı oluşturan genetik hammaddeyi içerdiği kesindir. Bu maya kültürü 38 senedir Carlsberg biralarının üretiminde kullanılmaktadır. Kaba bir hesap yapacak olursak, bu dönem boyunca her hafta bir partinin mayalanmış olduğunu varsaydığımızda, bu yaklaşık 2000 ardışık kültürü ve yapay seçilime maruz bırakılarak üretilen on binlerce maya nesilini temsil eder. Bunun anlamı, ilk fermantasyon işleminde hangi girdiler kullanılmış olursa olsun, aradan geçen 38 yılın ardından elde edilen maya popülasyonunun Danimarka bira endüstrisi tarafından tamamen evcilleştirilmiş olduğudur. Ardından 1883'e gelindiğinde, Carlsberg laboratuvarında çalışan Emil Christian Hansen adındaki bir mikrobiyoloji uzmanı saf bir *S. carlsbergensis* kültürü üretmiştir. Bunu yapması üretilen biranın kalitesini kontrol altında tutulabilmesine olanak tanıyarak, bira üretimini sonsuza dek değiştirmiş ve Carlsberg şirketinin faaliyetlerini genişleterek çok uluslu bir dev haline gelmesinin temellerini atmıştır.

Carlsberg mayasının hikâyesi Hans Christian Andersen'in kaleminden çıkan, hor görülen bir ay-yaşın uzak diyarlardan gelen bir gezgin sayesinde itibar kazandığı, sonrasında yetenekli ve erdemli çocuklarının dünya çapında meşhur olarak büyük servet sahibi olduğu bir peri masalıymışçasına kolayca tekrar tekrar anlatılabilirdi. Aynı şekilde üzümün genetik tarihinde tanık olunan inişler ve çıkışlar da televizyona uyarlanarak 26 bölümlük bir dizi senaryosu olabilirdi. Bu hikâyenin insanların başına gelmiş bir dram, gayrimeşru ilişkilerden doğan kadim ve zayıf nesiller, cinsiyet değişimleri, salgın hastalıklar ve uzun süredir kayıp akrabaların geri dönüşünü konu alan bir efsane olarak anlatılması için yalnızca tarafların isimlerinin değiştirilmesi yeterli olurdu. Evrimin izlediği yol, tıpkı gerçek aşka çıkan yol gibi, hiçbir zaman düz değildir.

Alkolün tadına en iyi sosyal ortamlarda varılır çünkü alkol ancak bu tür ortamlarda insanlar için bir neşe kaynağıdır ve Mandalıların *craic* olarak adlandırdıkları eğlenceli gecelerin olmazsa olmazı sohbetin ve ince esprilerin serbestçe akmasını sağlar. Hepimiz bir miktar şarap içtikten sonra biraz daha kıvrak zekâlı oluruz veya en azından

öyle olduğumuzu düşünürüz. Misafirlerinize alkölün yanında yiyecek de

sunarsanız ve her ikisini de bol miktarlarda tedarik ederseniz, basit bir akşam yemeği ziyafete dönüşür. Ziyafet konusu, evrimi ve yiyecekleri konu alan bu incelememizi sosyalleşme meselesine götürür.

13* ZİYAFET

Toplum

İster bir ziyafette ister kıtlık zamanında olsun, yiyecek paylaşmak insani bir davranıştır. Paylaşma dürtüsü insanların zihinlerinin derinliklerine kazınmıştır ama bu durum herkesin gıdaya eşit şartlar altında erişim sağlayabildiği anlamına gelmez. Keşke her şey o kadar basit olabilseydi. Aksine yemek, sosyal ilişkilerimize dolanarak -buna eşlik eden tüm karmaşayla birlikte- düğümlenmiştir. Bu hiçbir yerde, ziyafetin ve kıtlığın diyarı, *Australopithecus afarensis* Lucy'nin anavatanı ve cinsimiz *Homo'nun* beşiği olan Etiyopya'nın tarihinde olduğu kadar dokunaklı bir şekilde ortaya konamaz.

1887'de Etiyopya İmparatoru II. Menelik'in üçüncü karısı Kraliçe Taytu Betul, ülkenin yeni başkenti Addis Ababa'da inşa edilen yeni bir kilisenin

kutsanışını kutlamak için bir ziyafet düzenledi. Ziyafetin emperyalist İtalyan ordusu da dahil tüm komşularını yenerek Etiyopya'yı antik krallığın yaklaşık 2000 yıl önce kurulduğu dönemde sahip olduğu refah seviyesine bir nebze olsun yaklaştıran II. Menelik'in askeri başarılarına yaraşır şekilde büyük ölçekli olması planlandı. Kraliçe Taytu bir dağın tepesinde yer alan ve şehre yukarıdan bakan Entoto Maryam Kilisesi'nin avlusuna kurulan geniş bir çadırdaki tarih kitaplarına geçen bir ziyafet verdi.

Beş gün süren ziyafette, konuklara toplamda 5000 öküzün, ineğin, koyunun ve keçinin etlerinden pişirilen, yerel dilde *wet* olarak adlandırılan yahni ikram edildi.¹ Etiyopya günümüzde de tüm Afrika ülkeleri arasında en fazla besi hayvanına sahiptir.² Kraliyet ailesinin ziyafete katılan yakınlarına, “acı kırmızıbiberle sotelenmiş kıyma, iyi pişmiş...

biber yahnisinde koyun pırzolası ve parça koyun eti... baharatlı soslu az pişmiş biftek... zerdeçalla tatlandırılmış et suyunda pişirilmiş koyun pırzolası... ve parça etle pişirilmiş biberli ezme bezelye sosu,”³ gibi özel yemekler hazırlandı.

Wet evcilleştirilmiş yerel teff tahılının fermente edilmiş unuyla pişirilen, *injera* adı verilen, büyük ve

süngerimsi bir lavaş ekmeğine sarılarak elle yenen bir yemektir. Ziyafette beş ayrı mutfakta pişirilen *injera*^konuklar arasında dolaştırılan bin adet sepetle servis edildi. Öğütülmüş kırmızıbiberle tatlandırılmış tereyağı, kilden üretilmiş kırk beş adet devasa küpün içinde konukların arasında dolaştırıldı ve misafirlerin susuzlukları da yine aynı sayıda testiyeye doldurulan, baldan yapılmış *tej* şarabıyla giderildi. İçecekler bittikçe testiler tepeye yerleştirilen bir *tej* deposundan inen on iki boru aracılığıyla yeniden dolduruldu. Düşük statü sahibi konuklara çimlendirilmiş ve kavrulmuş arpadan üretilen tütsülenmiş bira ikram edildi.

Taytu'nun, Entoto Maryam Kilisesi'nde verdiği ziyafette sunulan yemekler, kocasının fethettiği tüm toprakların mutfaklarından esinlenerek hazırlandı ve bu ziyafet vatandaşlarda ve konuklarda yedikleri yiyecekler aracılığıyla şok ve dehşet etkisi yaratmak için tasarlanmış siyasi bir araç olarak kullanıldı. Ziyafette olan biteni kayıt altına almaktan sorumlu olan resmi görevli, *tej* ve yeni pişmiş *injera* kokularının bir araya gelerek insanın kalbini yumuşattığını yazdı. Ancak bu ziyafet, yaşanacak iyi günlerin bir işareti olmaktan ziyade kıtlık

alametiydi. Sonraki beş yıl içinde, kuraklıkla beraber sığır vebası salgınının baş göstermesiyle, büyükbaş hayvanların yüzde 90'ı ve insan nüfusunun üçte biri yaşamını yitirdi.⁴

MÖ 250 yıl öncesine kadar aralıklarla tekrar eden kıtlık ve kuraklık dönemleri Etiyopya'nın çalkantılı tarihine damgasını vurdu; bunların en kötülerinden bazılarıysa yakın tarihte kuraklık, siyasi karışıklık, nüfus baskıları, çevre kirliliği ve ülkeyi yöneten totaliter rejimin baskılarının bir araya gelmesiyle ortaya çıkan müthiş bir fırtına ve bu fırtınaya göğüs germe zorunluluğu olarak yaşandı. Tüm bu etkenlerin yarattığı olumsuzluklar 1983 ve 1985 seneleri arasında doruk noktasına ulaşarak sekiz milyon kişinin kıtlıkla sınanmasına ve 600 bin ila 1 milyon kişinin hayatını kaybetmesine yol açtı.⁵ Kıtlık öyle ileri boyutlara ulaştı ki insanların normalde sahip oldukları yardımlaşma güdülerini anlamını

yitirdi. Etiyopya'da hane halklarının üçte biri yiyeceklerini ve paralarını aç kalan akrabalarıyla paylaştı ancak çoğunluk yalnızca kendi karınım doyurabilmek için bile büyük bir mücadele vermek zorunda kaldı.⁶ İnsanlar yiyeceklerini paylaşamayacak durumda olmanın veya paylaşmak istememelerinin

yarattığı utançla yüzleşmek yerine akrabalarıyla görüşmekten kaçındı. Diğer devletler aç kalan Etiyopyalılara yardım eli uzatmak konusunda yavaş davrandı ama televizyonlarda açlıktan zayıf düşmüş erkeklerin, kadınların ve çocukların korkunç görüntülerinin yayınlanması dünyanın dört bir yanında büyük tepki yarattı. 1984 senesinin sonuna gelindiğinde, Batılı ülkeler Etiyopya'ya kıtlıkla mücadele için 150 milyon dolar yardım gönderdi.⁷ Bu meblağ günümüzde 450 milyon dolara eşdeğer.

Bu trajik olay insanların yiyeceklerini veya yiyecek almalarına imkân tanıyan olanaklarını yakın ilişkide olmadıkları ve hiç tanımadıkları insanlarla bile paylaşabildiğim ortaya koyar. Yiyeceklerin paylaşılması açık bir özgecilik örneğidir. Özgecilik kişilerin bir bedel ödeyerek başka kişilere fayda sağlayacak davranışlarda bulunması olarak tanımlanır. Doğal seçilimin basit ve tartışmalı saf bir yorumunu benimseyenler kaynakları, bilinmeyen insanlarla paylaşmanın adaptasyon gösteren bir davranış olmadığını, bu yüzden bu davranışın evrime dayanan farklı bir açıklaması olması gerektiğini savunacaktır. Bazı insanlar kendilerine mevcut kaynaklarını niçin paylaştıklarını sormamızın ayıp olduğunu

bile düşünebilir, ancak insanların evrimleşip paylaşımçı ve yardımsever varlıklar olacak şekilde nasıl değiştiklerini sormadaki amacım bu toplumsal özelliğimizi küçümsemek değil, insanların bu tür insani davranışlarını nasıl geliştirdiklerini anlamaktır.

Evrim teorisi en başından beri özgeciliğin nasıl evrimleştiğini açıklamakta zorlanmıştır. Darwin *İnsanın Türeyişi** adlı kitabında “ahlaki erdem” olarak adlandırdığı özelliğe sahip bireylerin “sayılarının, aynı kabile içinde artmasına yol açabilecek koşulların, açıkça belirlenemeyecek kadar karmaşık” olduğunu yazmıştır. Bencil genler tarafından yönetilen bir dünyada fedakârlık nasıl evrimleşebilir? Bu soruya cevap olarak üç farklı görüş ileri sürülmüştür. İlkine akraba seçilimi adı verilir ve genlerimizin, varsayımsal “özgecilik davranışına neden olan gen” de dahil olmak üzere, yalnızca kendimizde bulunmadığı, ayrıca bu genlerin kopyalarının akrabalarımızda da bulunduğu fikrine dayanır.

Örneğin normal kardeşler, ebeveynlerinden miras kalan genlerinin yarısını paylaşır.

20. yüzyılda yaşamış büyük evrim biyologu ve bilge insan J. B. S. Haldane, kavrayışı güçlü, ince zekâsında çakan o bilindik şimşeklerin birinin

ardından, “Sekiz kuzenim veya iki erkek kardeşim için hayatımı veririm,” demiştir. Birinci dereceden kuzenler kardeşlerden daha uzak akrabalar ve genlerinin yalnızca sekizde birini paylaşırlar. Başka bir ifadeyle akraba seçilimi görüşünü benimseyenlerin hesap defterlerine göre iki kardeşi dengelemek için sekiz kuzen gerekmektedir.⁹ Haldane kişisel hayatında da son derecede fedakâr bir insandı. II. Dünya Savaşı’nda denizaltı personelinin tahrip olan denizaltılardan nasıl güvenli bir şekilde tahliye edilebileceklerinin yollarını bulmak için kendi üzerinde tehlikeli deneyler yapmıştı.¹⁰ Haldane’in, akrabası olmayan insanlar için bile kendini feda edebileceğini hayal etmek zor değil.

Başka bir Britanyalı evrimci, W. D. Hamilton, kalıtsal olarak aktarılan özgecilik özelliğinin yayılması için fedakârlık yapan kişinin kaybının, bu davranıştan fayda sağlayan kişinin elde ettiği çıkarla bu ikisi arasındaki akrabalık derecesinin çarpımından küçük olması gerektiğini kanıtlayarak akraba seçilimi fikrine resmiyet kazandırmıştır. Haldane şakayla karışık söylediği sözde, dolaylı yoldan fedakârlık yaparak yaşayacağı kaybın ve kuzenlerinin bu durumdan elde edecekleri faydanın eşit

olduğunu varsaymıştır. Her kuzenin akrabalık derecesi sekizde birdir ve bu yüzden Haldane'in yaptığı fedakârlığı eşitlemek için sekiz kuzen gerekir. Aslında, Haldane'in verdiği örnek, özgeciliğin sağladığı faydalarla neden olduğu zararları dengelemektedir ancak Hamilton Kuralı akrabaların toplam kazançlarının, fedakârlık yapan tarafın kaybından büyük olması gerektiğini şart koşar. Yani bunun için dokuz kuzene ihtiyaç duyulur.

Akraba seçilimi insanların yiyeceklerini paylaşmaya neden meyilli olduğunu açıklayabilir mi? Bu soruya kesin bir cevap verebilmek için yiyeceklerin paylaşılmasının sağladığı faydaların ve zararların ölçüldüğü bir deney yapmak ve elde edilen sonuçların Hamilton Kuralı'na uyup uymadığını değerlendirmek gerekir ama bunu yapmak pek de kolay değildir. Evrim hesaplarında, faydaların ve zararların ölçüldüğü birim, genotiplerin üreme konusundaki başarılarını temsil eden uyum gücüdür. Yiyeceklerinizi akrabalarınızla paylaşmanızın, tüm öğünlerinizi yalnız yemenizle kıyaslandığında kendinizin ve misafirlerinizin uyum güçlerine nasıl katkıda bulunabileceğini hayal etmeye çalışın! Hamilton Kuralı gibi doğruluğu şaibeli bir testin yokluğunda, biraz

daha dolaylı delillere başvurmamız gerekebilir.

Farklı insan topluluklarının karşılaştırıldığı araştırmalarda karşımıza çıkan en istikrarlı örüntü akrabalara öncelik veren paylaşımlardır veya bir eleştiri yazısında alaycı bir şekilde ifade edildiği gibi: “Çok fazla konuda anlaşamamalar da antropologlar akrabalık ilişkilerinin insan topluluklarında düzeni sağlayan ana unsurlardan biri olduğu konusunda fikir birliğine varmıştır.”¹¹ Bu örüntü akraba seçilimi görüşünün beklentileriyle de uyumludur ama antropologlar bu görüşü her zaman kabul etmez. Bir antropolog, hayvanlar bir yana, avcı toplayıcıların matematik becerileri bile kuzenleriyle aralarında sevizde bir oranında akrabalık ilişkisi olduğunu hesaplayacak kadar gelişmiş olmadığından davranışlarını Hamilton Kuralı’na göre şekillendirmelerinin imkânsız olduğunu ileri sürerek bu görüşe karşı çıkmıştır. Richard Dawkins¹² bunun üzerine karakteristik keskin zekâsını yansıtan bir yorum yapmıştır: “Salyangozların kabukları mükemmel bir logaritmik spiraldir ama salyangozların logaritma cetvellerini nerede sakladıkları belli değildir.”

Hamilton Kuralı’na gelince, bu avcı toplayıcılar veya genleri için yazılmış hayali bir adabımuaşeret

kitabında yer alan bir talimat değil, birbirlerine karşı farklı davranışlar sergileyen bireyler arasındaki evrimleşme yarışmasında bir tür skor tutma yöntemidir. Eğer akrabalarımızla paylaşım yapmaya yatkın olmamızı sağlayan genetik bir neden varsa, Hamilton Kuralı bunun akraba seçilimi tarafından ne zaman kayırılı-lacağına açıklar. Akraba seçilimi yalnızca özel bir tür doğal seçim değildir. Yeri gelmişken, akraba seçiliminin adam kayırmayı meşrulaştırmak için kullanılabilecek bir gerekçe olmadığını da belirtmek isterim, her ne kadar bu davranışa potansiyel bir açıklama getirse de. İnsan toplumu bundan çok daha gelişmiştir ve genellikle adil olma-yan davranışları cezalandırır.

Akrabaları kayırmak hayvan topluluklarında sıkça görülen bir davranıştır ancak hayvanların çoğu sütten kesildikten sonra yiyeceklerini yavrularıyla bile paylaşmaz. Primatların neredeyse yarısı yavrularıyla yiyeceklerini paylaşır ve bu paylaşımcı primatların neredeyse yarısı da yiyeceklerini yetişkinler arasında paylaşır.¹³ Yiyeceklerini yavrularıyla paylaşmayan primatlar yetişkinlerle de paylaşım yapmaz. Bu durum, arada akrabalık ilişkisi olmasa bile, yetişkinlerle paylaşımda bulunma

davranışının evrimleşmesinin önkoşulunun yavrularla paylaşmada bulunmak olduğuna işaret eder. Evrime dayalı değişimin ağır ilerleyen doğasından da tam olarak bu beklenirdi: Paylaşma davranışı en yakın akrabalar (ebeveynlerle yavrular) arasında başlar, daha sonra yetişkinler, özellikle de potansiyel eşler arasında gelişir. Başka bir ifadeyle, meşhur atasözünde de ifade edildiği gibi hayırseverlik evde başlar. Dolayısıyla elimizdeki dolaylı deliller yiyeceklerimizi paylaşmamızın temelinde yatan nedenin akraba seçilimi olabileceği görüşünü destekler ama bu yiyeceklerimizi niçin akrabalık ilişkisi içinde olmadığımız bireylerle de paylaştığımızı açıklayamaz. Bunu neden yaparız?

Bu konuya açıklık getirmek için ortaya atılan ikinci görüş, akrabalık ilişkisi olmayan bireyler arasında yapılan paylaşımların evrimleşmesinin nedenini karşılık beklentisine bağlamayı hedefler. Karşılık beklentisi doğrudan olabilir. Örneğin yiyeceğimi biriyle paylaştığımda yarın aç kalırsam karşımdakinin de benimle yemeğini paylaşması ya da onunla cinsel ilişkiye girme beklentisi içinde olabilirim. Karşılık beklentisi dolaylı da olabilir. Dolaylı karşılık beklentisi arkadaş olmak, birbirine destek

çıkma veya övgü almak gibi daha somut biçimlerde tezahür edebilir. Biyologlar karşılık beklenerek sergilenen davranışları “karşılıklı özgecilik” olarak adlandırma alışkanlığı edinmiştir ancak bu terim gidecek daha az kişi tarafından kullanılır çünkü terimi oluşturan kelimeler birbirleriyle çelişir. Herhangi bir hareket gelecekte elde edilecek bir ödülün beklentisiyle yapılıyorsa tam anlamıyla özgecilik olarak tanımlanamaz. Ben ay sonunda maaş alma beklentisiyle çalışıyorum ve tıpkı işverenim gibi ben de bunun özgecilik olduğunu düşünmüyorum. Bunu nasıl adlandıırırsak adlandıralım, doğrudan karşılık alma beklentisi yiyeceklerimizi niçin paylaştığımızı açıklayabilir mi?

İnsanlara arkadaşlarıyla niçin paylaşımında bulunduklarını sorduğunuzda, bunu çıkar elde etmek için yaptıkları fikrini genellikle şiddetle reddederler. Ancak konuyu daha da deşip yapılan iyiliğe hiçbir zaman karşılık vermeyen biriyle arkadaş kalıp kalmayacaklarını sorarsanız, alacağınız cevap muhtemelen “hayır” olacaktır. Kime güvenebileceğinizi bilmenin ölüm kalım meselesi olduğu vahşi bir dönemde yaşamış Romalı hatip Cicero (MÖ 106-43) şu satırları kaleme almıştır: “İnsanların kendilerine

yapılan iyiliklere karşılık vermekten daha önemli bir görevi yoktur. Yapılan iyiliği unutanlara kimse güvenmez.”¹⁴

Romalı yazar Genç Plinius’un, akşam yemeği davetinin kıymetini bilmeyerek dostluk kurallarını çiğneyen bir arkadaşına yazdığı sitem dolu mektup şans eseri günümüze ulaşmıştır. Bu mektupta arkadaşının ziyafete gelmeyerek neler kaçırdığını öğreniyoruz:

Sevgili Septicius Clarus: Söz veriyorsun ama ne yazık ki akşam yemeğine gelmiyorsun! Masada hazır bekleyen bir marul (adam başı), üç salyangoz, iki yumurta, yulaf ezmesi... zeytinler, kırmızı pancar, su kabakları, yumrular ve bunlar kadar iştah açıcı bin türlü yiyecek vardı. Komedyenleri, şairleri, lir çalanları veya çok bonkör olduğumdan, üçünü birden dinleyebilirdin. Ancak başka birinin yemek davetine katılmayı tercih ettin ama karşılığında eline ne geçti? İstiridyeler, domuz rahimleri, deniz kestaneleri ve Cadiz’den gelen dansçı kızlar!¹⁵

Genç Plinius sanki bu satırlarla arkadaşına, “Sana sunduğum ince zevkler yerine bayağılığı tercih ettin,” diye sitem etmiş.

Arkadaşlık iyilik değiş tokuşundan ziyade bir

güven ilişkisi olarak tanımlansa da bu ilişki karşılık beklentisi üzerine kurulmuştur. Avcı toplayıcıların yiyeceklerini nasıl paylaştıklarını gösteren karşılaştırmalı veriler bunu ortaya koyar.¹⁶ Bazı kabilelerde insanların kendilerine yapılan iyiliklere karşılık vermeleri beklenir ve bunu yapmazlarsa sürgün edilirler; bazı başka kabilelerdeyse ne ekersen onu biçersin mantığına dayanan daha dolaylı bir yaklaşım benimsenir. Bu gibi durumlarda, herkesten hesap kitap yapmadan paylaşımda bulunması beklenir. Bunlar yiyeceklerin paylaşımı ve sosyal ilişkilerin düzene sokulması için uygulanan farklı yöntemlerdir ancak her ikisi de yapılan iyiliklere ya doğrudan ya da dolaylı yollardan karşılık verileceği beklentisi üzerine kurulmuştur.

Karşılıklı özgecilik hipotezinin ilk defa ortaya atıldığı 1970'lerde, hayvan topluluklarında bu tür davranışların birçok örneğinin sergilendiği düşünülüyordu.¹⁷ Ancak hayvanları motive eden unsurların şüpheye yer vermeyecek şekilde yorumlanması son derece zordur ve vakaların çoğunun daha yakından incelenmesiyle konuya getirilen diğer açıklamaların daha uygun olduğu görülmüştür. Bu zorluğun iyi bir örneği, ilk defa Jane Goodall tarafından

yürütülen, Tanzanya'daki Gömbe Ulusal Parkı'nda yaşayan şempanzelerin maymun avlayıp ganimeti aralarında nasıl paylaştıklarını inceleyen meşhur araştırmalarda görülür.

Maymun avı genellikle bir grup erkek şempanzenin, sürüsünün sağladığı koruma çemberinin bir nebze dışında kalan bir maymunu gözlerine kestirmesiyle başlar. Şempanzelerden biri maymunu kovalamaya başladığında, diğer şempanzeler buna tepki verir ama sürü halinde maymunu kovalamak yerine olası kaçış yollarını tutup kendilerini maymunu tuzığa düşürecek şekilde konumlandırırlar. Bu gibi avlar, yapılan en eski yorumlarda, tüm şempanzelerin sonunda av etinden pay alma beklentisiyle tamamlayıcı roller oynayarak yürüttükleri işbirliği projeleri olarak tarif edilmiştir. Şempanze sürülerindeki erkekler birbirleriyle akrabadır, dolayısıyla akraba seçilimi böyle bir işbirliğinin nasıl evrimleştiğinin olası bir açıklaması olacaktır.

Sahada daha fazla veri elde edilmesiyle konuya, bireyselliğin daha ön plana çıktığı farklı bir yorum getirilmiştir. Şempanzelerden biri maymunu kovalarken, geriye kalan şempanzelerin uygulayabilecekleri en iyi strateji kendilerini maymunun olası kaçış

yollarını tutacak şekilde konumlandırmak veya bu yollar üzerinde saklanarak avı pusuya düşürmektir.¹⁸ Ava katılan her şempanze maymunu yakalayanın kendisi olmasını ister çünkü maymunu öldüren şempanze etten en büyük payı alır. Şempanzelerin avlanma yöntemleri, bize kendi avlanma yöntemlerimizi anımsattığından, dışarıdan baktığımızda koordinasyon içinde yürütülen bir süreç gibi görünse de aslında her şempanzenin kendi çıkarlarını gözeterek bencilce davranmasının bir sonucu olabilir.

Maymun avının bireyselliği ön plana çıkaran bu yorumu, şempanzelerin avlarını yakaladıklarında sergiledikleri davranışlar tarafından da desteklenir. Eğer doğrudan karşılık alma beklentisi olsaydı, av etinin gönüllü olarak paylaşılması beklenebilirdi ancak Gombe'de maymunu öldüren şempanze avını hiç elinden bırakmamaya çalışmış ve genellikle yalnızca zorda kaldığında paylaşmıştır.¹⁹ Şempanze yemeğini rahatça yiyebilmeyi ümit ederek gruptan ayrılıp erişilmesi zor dallara tırmanmıştır. Ancak diğer şempanzeler genelde etrafında toplanarak bir parça et almanın yolunu bulmuş, bazen de avı elinde tutan şempanzenin ağzını kapatarak maymunu yemesini engellemeye çalışmıştır. Bu gibi durumlarda,

maymunu yakalayan şempanzenin tüm ganimeti kendine saklamakta zorluk çektiğinde rahat bırakılmak için etin bir kısmının elinden alınmasına göz yumduğu görülmüştür. Bu davranış “hoşgörülen hırsızlık” olarak tanımlanmıştır.

Gombe’de yaşayan şempanzelerin, bazen akrabaları dışındakilerle de gönüllü olarak et paylaştığı görülmüştür ancak çoğu durumda eti niçin bazı bireylerle paylaşıp diğerleriyle paylaşmak istemedikleri anlaşılamamıştır. Bu gibi bireyler arasında yüksek ihtimalle gözlemci insanların haberdar olmadığı arkadaşlık ilişkileri vardı. Gömbe sürüsünde yalnızca alfa erkeğinin, yakaladığı hayvanların etini istikrarlı bir şekilde dişilere verdiği gözlemlenmiştir. Bu da yiyeceklerini paylaşmasının nedeninin mevcut cinsel ilişkilere dayandığına işaret eder.²⁰

Şempanze toplulukları arasında, tıpkı insan topluluklarında olduğu gibi, çeşitli kültür farklılıkları gözlemlenir ve yiyeceklerin hem erkek hem de dişi şempanzeler arasında paylaşıldığının gözlemlendiği diğer yerlerde, paylaşma davranışının şempanzeler arasında ittifak kurmak konusunda Gombe’de olduğundan daha büyük bir rol oynadığı izlenimi uyarır. Bu yerlerden birinde, Uganda’daki Sonso

kasabasında, bu davranışın nasıl evrimleşmiş olabileceği konusunda çeşitli ipuçları sunan şaşırtıcı bulgular elde edilmiştir. Oksitosin hormonu, tarlafarelerinden insanlara kadar tüm memelilerde saldırganlığı azaltır ve hem annelerle çocuklar, hem de cinsel partnerler arasında sosyal bağların kurulmasında önemli bir rol oynar. Sonso'da yaşayan yabani şempanzeler üzerinde yapılan bir araştırmada, yiyeceklerini paylaşan bireylerden alınan ve aynı zamanda kan dolaşımındaki oksitosin hormonunun seviyesinin de bir ölçütü olan idrar örneklerinde, bu hormonun seviyesinin hem yiyecek veren hem de alan şempanzelerde yükseldiği görülmüştür. Dolayısıyla yiyeceklerin paylaşılması, aralarında akrabalık ilişkisi olsun ya da olmasın şempanzeler arasında kurulan sosyal bağların güçlenmesine doğrudan katkıda bulunur.

Oksitosin hormonunun yiyeceklerin paylaşımına verdiği tepki, bu davranışın akraba olan ve olmayan şempanzelerin arasında kurulan sosyal bağların güçlenmesine yol açtığını göstermekle kalmamış, yetişkinlerin birbirleriyle yiyecek paylaşmalarına yol açan mekanizmanın, oksitosinin bir tutkal görevi görerek aralarındaki bağı sağlamlaştırdığı

anne-yavru ilişkisindeki yiyecek paylaşımı davranışından evrimleşmiş olabileceğini de akla getirmiştir.²¹ Bu noktada bir konuyu açıklığa kavuşturmakta fayda var: Oksitosinin oynadığı rol bize güçlü sosyal bağların niçin doğal seçim tarafından kayırıldığını açıklamaz. Bunun yerine, annelerin yavrularını beslemesi gibi türün devamlılığı açısından avantaj sağlayan durumlarda, hayvanların fizyolojilerinin onları, uyum güçlerini artıracak davranışlara yönlendirdiğini gösterir. Oksitosin genlerin efendisi değil hizmetkâridir. Aynı şekilde hormonlarımız bizi cinsel davranışlar sergilemeye de iter.

Şempanzelerin yiyecek paylaşma alışkanlıklarını incelemek için çıktığımız bu kısa yolculuk ilk bakışta bizi Kraliçe Tayfu'nun düzenlediği kalabalık ziyafetten veya Genç Plinius'un yalnız başına yemek zorunda kaldığı akşam yemeğinden uzaklaştırmış gibi görünebilir ama şempanzeler bizim atalarımız değil de kuzenlerimiz olduğundan, bize kendi yeme içme alışkanlıklarımızın nasıl evrimleştiğini anlamamıza yardımcı olabilecek referans noktaları sunarlar. Akraba seçiliminin apaçık bir sonucu olarak, yakın akrabalarımızı beslemeyi tercih etmemiz açısından şempanzelerle benzerlik gösteririz. Ayrıca

hem şempanzeler hem de insanlar, kendilerine avantaj sağladığı durumlarda yiyeceklerini paylaşarak diğer bireylerle sosyal ilişkiler kurmaları için hormonları tarafından hazırlanır. Ancak iki türün arasında, paylaştığımız bu temel biyolojik özellikleri bir yana bırakıp bir karşılaştırma yaptığımızda, evrimin bizi ne kadar birbirimize benzettiği değil, bizi birbirimizden ne kadar farklılaştırdığı ön plana çıkar.

Gombe'de yaşayan şempanzeler arasında gözlemlenen vakada olduğu gibi, hoşgörülen hırsızlıklar insanların yiyeceklerini paylaşmak için kullandıkları bir yöntem değildir ancak bu, insanların hırsızlık veya dilencilik yapmadığı anlamına da gelmez. Bu yalnızca, şempanzelerin çoğu ancak zorda kaldığında yiyeceklerini diğer şempanzelerle paylaşırsa, insanların akraba olmadıkları bireylerle bile gönüllü olarak yiyeceklerini paylaşabildiği anlamına gelir. İnsan davranışı muhtemelen en çok küçük çocuklarda içgüdüsellik taşır. Eşdeğer şartlar altında deneye tabi tutulduklarında, küçük çocukların yiyeceklerini birbirleriyle memnuniyetle paylaştıkları ancak şempanzelerin bu davranışı sergilemekten kaçındıkları görülmüştür.²² Peki bu fark nasıl

evrimleşmiştir? Bu farkın kökeni muhtemelen şempanzelerin ve insanların yiyeceklerini farklı şekillerde bulmalarına dayanır.

Şempanzeler sosyal hayvanlar olsalar da yiyeceklerini yalnız başına arar ve yalnız yerler. Bunun nedeni diyetlerinin önemli bir kısmını oluşturan meyvelerin, ağaç örtüsü içinde geniş alanlara yayılmış olması ve tükettikleri yiyeceklerin genellikle paylaşamayacak kadar küçük olmasıdır. Şempanzeler ancak büyük bir meyveye sahip olduklarında ya da büyük bir maymun aradıklarında dilencilik yapar veya yiyeceklerini çalmaya yeltenen diğer şempanzelerin dikkatini çeker. Uzun zaman önce ağaçların tepelerinde yaşayan atalarımız da yiyeceklerini bu şekilde arayıp bulmuş olabilir ama Afrika'nın düzlüklerinde yaşamaya başladığımızda, çok daha büyük avların peşine düştük. O dönemden beri gözlerimiz midelerimizden daha büyük oldu.

Başka hangi avcı, *Homo sapiens*'in bir zamanlar mamut bozkırında yaptığı gibi kendinden çok daha büyük hayvanları avlayarak, avladığı hayvanların kavrularının kalıntılarının içinde yaşayabilir? insanlar birbirleriyle işbirliği yaptığında büyük hayvanların avlanması mümkün olmuştur. Eğer

Paleolitik dönem ressamı tarafından mağara duvarlarına çizilmiş dev hayvan koleksiyonları insanların sosyal avcılar olup olmadıklarına dair kafalarda oluşabilecek tüm şüpheleri gidermiyorsa, aynı mağara duvarlarına bırakılan el işaretleri bu şüpheleri ikna edici bir oylama sonucunda gidermelidir.

Büyük hayvanların avlanması insanların sosyal evrimi açısından müthiş sonuçlar doğurmuştur. Avcılar hem büyük av hayvanlarını yakalayıp öldürebilmek için işbirliği yapmak zorunda kalmış hem de bunu yapmayı başaran avcıların elde ettiği ödüller herkesi doyurmak için yeterli olmuştur. Ortamda gereğinden fazla yiyecek olduğunda, avlanan hayvanları sahiplenme gereği duyulmamıştır. Eğer harcadıkları çaba veya yaşadıkları kayıp önemsenmeyecek kadar küçük olursa, şempanzeler de birbirlerine yardım eder. Tüm bunlar bizi, insanların işbirliği yapmaya ve yaptıkları işbirliğinin sonucunda elde edilen ödülleri paylaşmaya niçin eğilim gösterdiklerini açıklamayı hedefleyen bir hipoteze ulaştırır. Bu hipotez karnımızı doyurmak için dayanışma içinde olmamızın şart olduğu bir dünyada doğal seçilimin psişemizin kumaşına nasıl etki ettiğiyle ilişkilidir.

Bir pizzayı arkadaşlar arasında paylaştığımızda veya bir Çin lokantasında masanın ortasındaki dönen tepsiyi çevirdiğimizde bir çiftlikte yetiştirilmiş gıda ürünlerini paylaşıyoruz ama yediğimiz öğünlerin evrim açısından çok daha derin kökleri vardır. Toplu halde yemek yeme alışkanlığımız, ayrıca yiyeceklerimizi ürettiğimiz çiftlikleri ve yemek yediğimiz lokantaları işletmek için işbirliği yapmamız, bize antik çağlarda toplu halde avlanmamız sonucunda kalan mirasın temelleri üzerine inşa edilmiş davranışlardır. Çiftliklerin ve lokantaların genellikle aile işletmeleri olmaları, bize psikolojimizin kumaşında akraba seçiliminin önemli bir rol oynadığını hatırlatan bir unsurdur. Karşılık alma beklentisi de bu kumaşın üzerinde gözle görülür bir iz bırakmıştır.

Eğer siz de benim gibi bir lokantada uzun süre boyunca garsonla göz göze gelmeye çalıştıktan sonra başarısızlığa uğrayıp en sonunda pes ettiyseniz, bir şempanzenin bu konuda sizden daha başarılı olamayacağını bilmek belki bir nebze olsun yüreğinize su serpebilir, insanlar başkalarının kendilerine baktığını sezmek konusunda oldukça duyarlıdır. Eğer birine gözlerinizi dikerek bakarsanız, görüş

alanının en uç köşesinde olsanız bile sizi anında fark eder. Bunun nedeni gözlerimizin beyaz kısmının, gözlerimizin merkezinde yer alan siyah gözbebekleriyle kontrast oluşturarak, hangi yöne baktığınızı diğer insanların açıkça görebilmesini sağlamasıdır. Şempanzelerin gözlerinde beyaz bir tabaka yoktur ve bu yüzden diğer şempanzelerin hangi yöne baktıklarını anlamaları o kadar kolay olmaz. Muhtemelen kendilerine kimlerin baktığını da umursamıyorlardır.²³ Belki de daha evvel şüphelendiğiniz üzere garson sizi görmüştür ama sizi gördüğünü belli etmek istemiyordun Ya da garson bir şempanzedir.

İnsan gözleri evrim tarafından yalnızca bakmamız için değil ayrıca baktığımızın görülmesi için de tasarlanmıştır. Gözlerimizi başkalarını izlediğimizin işaretini vermek için de kullanırız. Peki bu evrimleşme sürecinde nasıl bir avantaj sağlar? Yapılan deneyler sonucunda elde edilen bulgularla da desteklenen bir hipotez, ortada sosyal bir pazarlık olduğunda, diğer tarafı izlememizin onları daha dürüst davranmaya teşvik ettiğini ileri sürer. Bu o kadar güçlü ve bilinçsizce hissedilen bir etkidir ki bir çift gözün fotoğrafı bile insanların davranışlarını değiştirebilir.²⁴ Böyle bir fotoğraf, deneysel amaçla bir

üniversitenin kahve masasında kimsenin başında durmadığı bir para kutusunun üzerine yerleştirildiğinde, kahve içen deneklerden üzerinde çiçekler olan, sosyal açıdan tarafsız bir fotoğrafın yerleştirildiği kahve masasındakine oranla üç kat fazla para toplanmasına yol açmıştır. Bu deneyi evinizde denemenizi tavsiye etmem.

Kahve-para deneyi ve insanların izlenmesinin yere çöp atmamaları, ya da araç kullanırken yaya-lara yol vermeleri gibi toplum yanlısı davranışlar sergilenmelerine yol açan etkiler yarattığını gösteren diğer benzer deneyler izleyicilerin izlendiklerinin fark edilmesinin kendilerine açıkça avantaj sağladığını ortaya koyar. İyi de izlendiğini anlayan insanlar niçin bu şekilde tepki verir? Toplum içinde toplumsal kurallara uygun davranışlar sergilerken görülmek, bu kuralları tek başınayken ihlal etmeye hazır olan insanlara ne gibi avantajlar sağlayabilir? Diğer insanların bizim hakkımızda ne düşündüklerini çok önemsememiz, bütün bunların cevabı olabilir gibi görünüyor. Başka bir ifadeyle, Shakespeare'in meşhur oyununda düzenbaz Iago'nun Ot-hello'ya söylediği gibi:

Bir adamın ve kadının ruhunun en değerli

mücevheri itibarıdır, sevgili lordum.

Çantamı çalan çöp çalmıştır; çanta dediğin gelir gider;

Benim olmuştur, bir başkasının olur ve daha binlerce kişiye kölelik eder;

Ama benim itibarımı benden çalan kişi

Beni kendisini zenginleştiren bir şey için soymamış,

Beni yalnızca fakirleştirmekle kalmıştır.²⁵

İtibar her şeydir. Başarısı karşılıklı güvene bağlı tüm toplumsal ilişkilerin sigortalanması için kullanılan para birimidir. İtibarın paradan daha değerli olmasının nedeni, Iago'nun da ifade ettiği gibi, oyunun merkezinde yer alan, Othello ile karısı Desdemona arasındaki ilişki de dahil tüm ilişkileri etkilemesidir. Bu oyunu izleyen bir biyolog, Iago'nun, Desdemona'nın itibarını kirleterek Othello'nun aklına karısının sadakatinden şüphe duymasına neden olacak nifak tohumları ekmesinin çiftin uyum gücünü sıfıra indirdiğini söyleyebilir. Desdemona'yı Iago öldürür ancak Desdemona Othello'nun kollarında can verir. Sonrasında Othello büyük bir vicedan azabı duyar ve bu durum Iago'yu çok memnun eder. İtibar, tıpkı Iago gibi, ilişkiler üzerindeki etkisi

dolaylı olsa da doğrudan yaratılan etkilerden daha zayıf değildir.

İtibar iktisadi değerlerin çoğu özelliğine sahip bir toplumsal değerdir. İtibarın kazanılması gerekir, itibar kaybedilebilir ve ticareti yapılabilir. Bir ziyafetin ardından hesabı ödeyen kişi, tek başına yiyebileceğinden çok daha fazlasını ödeyerek yemeği, konuklarının arasında kazanmak istediği itibarla değiş-tokuş eder. Açlık hissi kolayca giderilebilir ancak toplum içinde mevki edinmek için duyulan arzunun giderilmesi çoğu insan için o kadar kolay değildir.

Temel beslenme gereksinimleri karşılandıktan sonra, yiyeceklerin paylaşılması artık uyum gücünü doğrudan korumakla alakalı değil, uyum gücü üzerinde dolaylı etki yaratabilecek sosyal ödüller kazanmakla alakalıdır. Gilbert ve Sullivan operalarını kaleme alan komedi metni yazarı W. S. Gilbert, yemek hakkında şu satırları yazmıştır: “Önemli olan masanın üzerinde duranlardan ziyade sandalyelerin üzerinde oturanlardır.” Sandalyeleri işgal eden konukları etkilemek istiyorsanız, masanın üzerinde duranlar da elbette oldukça önemlidir. Krallar, imparatorlar ve nüfuz sahibi zenginler verdikleri

ziyafetlerle birbirlerini etkilemek için yüzyıllar boyunca yarışmıştır.

MÖ 63 senesinde Roma'daki en zengin adamlardan biri olan Servi-lius Rullus, o dönemde şehir devletin konsülü olan Cicero onuruna bir ziyafet düzenler. Ziyafette sunulan ilk yemek o kadar beğeni toplar ki konuklar bir anda alkış tutmaya başlar. Daha sonra aşçı, dışlerine sepetler dolusu hurma asılmış, etrafı minik yabandomuzlarıyla yapılmış hamur işleriyle sarılı devasa bir domuzun yer aldığı kocaman bir gümüş tabağı taşıyan dört Etiyopyalı kölenin önünde yürüyerek odaya girer. Tabak beklenti içinde ağızları sulanan ve sessizce olan biteni izleyen konukların önüne konur. Yabani domuz kesilince içinden ikinci bir domuz, ikinci domuzun kesilmesiyle de üçüncüsü çıkar. Her bıçak darbesi daha küçük yeni bir hayvanı ortaya çıkarır ve bu, en sonunda ufak bir kuş çıkana kadar sürer.

Fransız gastronomların sonradan Yunan mitolojisindeki Truva atına atıfta bulunarak *à la Troyenne* ismi taktıkları yabandomuzu Roma'da o kadar büyük bir sansasyon yarattı ki bir zamanlar büyük yabandomuzuna masalarında hiçbir şekilde yer ayırmayan aileler bir süre sonra sofralarında Truva

domuzuna bütün olarak düzenli yer vermeye başladı. Bunun yaygınlaşmasından kısa süre sonra Romalı ev sahipleri bahsi giderek yükselterek evlerinde ağırladıkları konuklarına tek bir yemekte üç, dört, sekiz ve en sonunda yirmi adet *à la Troyenne* domuz ikram etti.²⁶

Bundan 2000 yıl sonra, günümüzde aşçıların *engastration* diye adlandırdığı moda, hindinin tavuk ve ördekle doldurularak pişirildiği, *turducken*¹ adlı yemeğin ortaya çıkmasına yol açtı.²⁷ (Bu yemeğe bu talihsiz ismi kim taktıysa, belden aşağı espirileri andıran ilk hecesini gözden kaçırmış olmalı.)² Bunun ardından kaçınılmaz *engastration* çılgınlığı baş gösterdi. 2005'te İngiliz aşçı Hugh Fearnley-Whittingstall, sunduğu TV programında on kuştan oluşan bir rosto yarattı. Yaklaşık sekiz kilo ağırlığındaki bir hindinin içini bir kaz, bir ördek, bir yaban ördeği, bir beç tavuğu, bir tavuk, bir sülün, bir keklik, bir güvercin ve bir çullukla doldurdu. İki yıl sonra, İngiltere'nin Devon vilayetindeki bir çiftlik lokantası, Noel'in on iki gününü temsil eden on iki kuşlu bir rosto satmaya başladı. Bu rosto 125 kişiyi doyuracak kadar büyüktü.

Engastration modası yiyecek stoğu, ihtiyacı

karşılacak miktardan fazla olduğunda, mevki sahibi olmak için duyulan arzunun karın doyurmak için duyulan arzuyu nasıl bir anda arka plana ittiğini ortaya koyar. Üç kuşlu rosto bir insanın açlığını gidermek için kesinlikle yeterli olacaktır ancak görünüşe bakılırsa mevki sahibi olma arzusunu üç kuşla da, üç domuzla da gidermek mümkün değildir çünkü bu arzu temelde doyumsuzdur. Açlık bu hissi kontrol eden düzenleyici devrelerden gelen olumsuz geribildirimlerle giderilir. Açlık hissi uyandıran hormonlar yemek yediğimizde kapanır. Öte yandan, kökenleri belki de Paleolitik dönemde avların insanlar arasında nasıl paylaştırıldığıyla ilişkilendirilebilecek mevki sahibi olma arzusu, farklı bir tür devre yaratır. Bu, olumlu geribildirimlere eğilim gösteren sosyal etkileşimler ağıdır.

Bir ses amplifikatörünün kazanç düğmesinin gereğinden fazla açılması sonucunda sesin çok yükselerek çatlamanmasının nedeni olumlu geribildirimdir. Olumlu geribildirim benzer şekilde sosyal ağların da kontrolden çıkmasına neden olur. Yemekte üç kuşlu rosto sunmam konuklar arasında statümün yükselmesine neden olursa, onlar da bu hareketime karşılık vermek ister. Herkes misafirlerine üç kuşlu

rosto sunmaya başladığında, beni ayrıcalıklı kılan bir özelliğim kalmaz ve bahsi yükselterek konuklarıma dört kuşlu rosto sunup hava atmaya başlarım. Dört kuşlu rostolar yeni norm haline geldiğinde, işi bir adım ileri taşırım. Ama hayır, kahretsin, on adım ileri taşırım!

Olumlu geribildirim her zaman normal olanın sınırlarını aşarak aşırıya kaçma eğilimindedir. Kuzeybatı Pasifik'teki bir Kızılderili kabilesinde düzenlenen ve *potlatch* adı verilen geleneksel bir rekabetçi hediye verme şenliği,²⁸ statü arayışının nasıl kontrolden çıkabileceğini ortaya koymak için verilebilecek iyi bir örnektir. Herkesin evinde hazırlayıp getirdiği yiyeceklerin sunulduğu ve Tanrı ne veriyse beraber yedikleri "*potluck*" yemeğinin adı *potlatch* kelimesinden türetilmiştir ancak şenliğin aslı, modern versiyonundan çok daha farklıdır. *Potlatch* şenliğinde amaç varlık ve cömertlik gösterilerinde bulunarak rakiplerin gözünde statü kazanmaktır. Kabiledeki aristokratlar rakiplerini *potlatch* şenliğine davet edip konuklarını hediyelere boğduklarında ek unvanlar ve rütbeler kazanıyordu. Bu hediyeler arasında battaniyeler, balıklar, su samuru kürkleri, kanolar ve yalnızca hediye

edilmek için çeşitli figürlerle süslenmiş dövme bakır levhalar yer alabiliyordu.

Sonraki tarihlerde düzenlenen *potlatch* şenliklerinde, daha önce aldıkları hediyelerden daha değerli hediyeler veremeyen konuklar aşağılanıyordu. Bu ritüel sonunda çığrından çıkarak zenginliğin anlamsızca yok edildiği bir etkinliğe dönüştü. Kabile şefleri övgü almak ve itibarlarını artırmak için battaniyeler ve kanolar gibi değerli eşyalarını rakiplerinin ateşine atmaya başladı. Bazı şenlik evlerinde yakılan ateşler tavana yerleştirilen el oyması heykellerin içinden akıtılan kıymetli yağla beslenerek sürekli harlanıyordu. Misafirler küçük düşmemek için kavurucu sıcaklığı fark etmiyormuş gibi davranarak bazı durumlarda ciltlerinin yanmasına göz yumuyordu. Başarılı bir *potlatch* şenliğinin en büyük göstergesi ev sahibinin evinin yanarak yerle bir olmasıydı.

Bu ölçekte bir rekabetçi hediye verme şenliğinin düzenlenmesi akıldışı bir olaymış gibi görünebilir ancak *potlatch* eşi benzeri olmayan bir gelenek değildir ve yiyecek stoğunun ihtiyaç duyulandan fazla olduğu birçok yerde benzer geleneklere rastlanır. Benzer bir uygulama tatlı patatesin bölgeye ulaşmasının ardından yiyecek stoğunun ihtiyacı

fazlasıyla karşılamaya başlamasıyla Yeni Gine’de de ortaya çıkmıştır.²⁹ Kuzeybatı Pasifik’te gıda kıtlığı olduğu dönemlerde *potlatch* şenliklerinin düzenlenmesine ara verilmiştir. Yiyecek de, itibar da hem büyük güçlerdir

hem de birbirlerine bağımlıdır. Kimsenin aç kalmadığı ve sosyal itibarın güç, zenginlik ve cinsellikle özgürce değiş tokuş edildiği toplumlarda bile, itibarın nasıl olup da bu kadar önem kazandığını sormak gerekir. Bu sorunun cevabı, kısmen de olsa, avlanırken işbirliği yapmamızla ve ziyafete ortak olmamızla ilişkilidir.

Eğer doğruysa işbirlikçi davranışlarımızın, büyük hayvanları avlarken aramızda oluşan karşılıklı bağımlılık nedeniyle evrimleştiği hipotezi sofradan çok daha fazlasını açıklar. Spordan ibadete, hatta savaşa kadar, grup halinde yaptığımız tüm faaliyetler topluma, ulusa veya eşitliğe dayanan tüm ulvi politik idealler ve bunları destekleyen demokratik kurumlarla kanunlar nihayetinde kökenleri antik çağlara dayanan, iyi bir biftekten adil bir pay alma arzumuzdan türetilmiştir.

¹

Turducken hindi anlamına gelen *turkey*, ördek

anlamına gelen *duck* ve tavuk anlamına gelen *chicken* kelimelerinin birleşiminden oluşturulmuştur, -yhn

2

(İng.) İlk hecesi dışkı anlamına gelir, -çn

14* GELECEKTE YEMEK

“Yarın ne yiyelim?” sorusu, masaya yemek koymaktan sorumlu herkesin kendine her gün sorduğu bir sorudur. Peki ama uzak geleceğe baktığımızda ne görüyoruz? Yiyeceklerin gelecekteki evrimine yön verecek iki önemli etken var: insan nüfusunun hızla artması ve küresel iklim değişikliği.¹ Nüfus artışı yeni bir durum değil ama iklim değişikliğinin, 10 milyara ulaşması beklenen insan nüfusunu beslemeyi çok daha zorlaştıracığı kesin. Sıcaklığın artması, yağmur örüntülerinin değişmesi, daha sık yaşanan kuraklık dönemleri ve sonunda deniz seviyesinin yükselmesi gıda üretim sistemlerimizi ve tarım ürünlerini bu değişikliklere adapte etmeyi başaramazsak gıda güvenliğimizi ciddi boyutta tehlikeye sokacak.² Dahası günümüzde kullanılan tarım uygulamaları ilkim değişikliğini hızlandırıyor çünkü atmosfere salınan sera gazlarının önemli bir kısmı bu uygulamalardan kaynaklanıyor. Bu yüzden

gelecekte yalnızca daha fazla insanı doyurmak zorunda kalmayacağız, aynı zamanda bunu sürdürülebilir bir şekilde yapmamız gerekecek.

Bunlar kökenleri türümüzün ve yiyeceklerimizin nasıl evrimleştiği-ne dayanan büyük sorunlardır. İnsan nüfusunun bir anda artmasının nedeni Neolitik dönemde tarımın icat edilmesidir. Geçtiğimiz 250 yıl içinde nüfus artışı buğday, patates, mısır ve manyok gibi temel gıda ürünlerinin dünyaya yayılmasıyla desteklenmiştir. Bu yüzden evrimin, ya da bitkilerin ve hayvanların ıslah edilmesinin karşı karşıya olduğumuz bu sorunlardan kısmen de olsa sorumlu olduğunu söylemek mümkündür. Ancak evrim aynı zamanda bu sorunların çözülmesinde de önemli bir rol oynayacaktır. Avustralyalı şair A. D. Hope³ (1907-2000) tarihte yaşanan olayların bir kısmını aşağıdaki mısralarda özetlemiştir. Hikâye avcılıkla başlar:

Masal Çağı'nda hiçbir avcı daraltmaz kemerini
Bozkırlarda bulur her zaman (avladığı) yemeğini
Her gece masasını donatır rostolarla
Daha sonra üremeye başlar posttan yatağında
İşte böylece insanların sayısı geçer avlarının sayısını.

Ama merak etmeyin diyor şair, çünkü tam o

sırada tarım icat ediliyor:

Zararı yok: İnsanın icadı en kötü hatalarından bile zafer çıkarır. Kısa süre sonra yaban hayvanlarının bifteklerinin yerini sığır ve domuz eti alır.

Ama sonumuz kötü olacak çünkü

Nereden başlarsan başla, aşırı nüfusun etkileri birleşir bir noktada Enflasyon ekonomisi de ilerler aynı şablonda.

Bu, Papaz Thomas Malthus'un (1766-1834) *An Essay on the Principle of Population* [Nüfus Üzerine Bir Araştırma] adlı meşhur kitabında savunduğu tezin aynısıdır. Malthus nüfus geometrik bir şekilde (örneğin 1, 2, 4, 8, 16...) artma kapasitesine sahip olmasına rağmen teknolojiden bekleyebileceğimiz en iyi şey gıda stoğumuzu aritmetik bir şekilde (örneğin, 1, 2, 3, 4, 5...) artırmasıdır, der. Bu uyumsuzluk yüzünden nüfus sürekli olarak gıda stoğu üzerinde baskı oluşturacak ve bu da yalnızca hüsrana yol açacaktır. Başka bir ifadeyle, A. D. Hope'un bir diğer mısrasında ifade ettiği gibi:

Doğa veya Kanunlar tarafından kısıtlanmadan, hiçbir Tedbir almadan üremek

Getirmez ne mükemmellik ne de bereket Yenilik azalan öğünlerle idare etmek demek.

Aşın nüfus, Hope'un bu satırları kaleme aldığı 1960'larda ve 70'ler-de, kamuoyunun gündemindeki büyük bir kaygı nedeniydi. Bu dönemde yazılan iki önemli kitap, Paul Ehrlich'in çalışması *Population Bomb*⁴ [Nüfus Patlaması] (1968) ve Roma Kulübü'nün raporu *Limits to Growth*⁵ [Büyümenin Sınırları] (1972), gelecekte büyük bir felaket yaşanacağına dair öngörülerde bulunuyordu. İnsanların kaygı duymak için geçerli sebepleri vardı ama öngörülen felaketler yaşanmadı. 1960 ve 1980 seneleri arasında, dünya nüfusu yüzde 50 oranında artarak 3 milyardan 4,5 milyara çıktı ama gıda stoğu da nüfusun artış hızını yakalamayı başardı.⁶ Hope'un dediklerini yorumlayacak olursak, bereket de geometrik bir şekilde artan nüfusla orantılı olarak arttı. Beklenenin aksine bereketin artmasının nedeni, tarımda yaşanan yeşil devrimin, buğday, pirinç ve mısır gibi ana tahılların hasadını yüzde 50 oranında ya da daha fazla artırmasıydı. Bereket bitki ve hayvan yetiştiricilerinin sıkı kontrolü altında gerçekleşen evrimin ta kendisidir. Şu anda sorulması gereken en önemli soru şudur: Dünya nüfusu 10 milyara ulaştığında, elde edilen hasat bununla başa çıkabilecek kadar bereketli olabilecek mi?

Yeşil devrimden önce tahılların sapları ince ve uzundu. Bu saplar hasat döneminden önce bükülüp kırılmaya meyilliydi, özellikle de ürünlerin verimliliğini artırmak için gübre kullanıldığında. Bu bitkiler yapraklarının ve dallarının gelişimine, tohumları için harcadıkları enerjiden fazlasını harcıyordu ve bu da bitkilerin verimliliğini kısıtlıyordu. Doğal seçim yetiştikleri ortamlarda kendilerine komşu bitkilerin gölgesinde kalmayacak kadar uzun boylu bitkileri kayırdığından, uzun ve yapraklı saplar bu bitkilere doğal ortamlarındaki evrim süreçlerinden kalan bir mirastır.⁷ Çiftçiler eski buğday türlerinden elde edilen uzun sapları kullanabilecekleri çeşitli alanlar buldu. 1860'lardan 1920'lere kadar yaz mevsimlerinde erkek giyiminde moda olan hasır şapkalar buğdayın bu yan ürününden yapılmıştır.

Yeşil devrimin üç ana tahıl ürünü açısından elde ettiği en büyük başarı, bu bitkilerin saplarını kısaltarak kalınlaştırmasından ve bu sapları daha büyük tohum başlarına sahip bitkiler için daha fazla destek sağlayabilecek hale getirmesinden kaynaklanır. Norman Borlaug⁸ Meksika'da yer alan bir bitki ıslah laboratuvarında, geleneksel buğday çeşitlerini Japonya'dan gelen cüce bir çeşitle melezleştirerek

sağlam yapılı ve hastalıklara karşı dayanıklı, ayrıca azotlu gübrelere iyi tepki veren yeni yarı-cüce buğday çeşitleri üretti. Bu buğday çeşitlerinin gelişmekte olan ülkelere yayılması bu ülkelerde buğday rekoltesini önemli oranda artırdı ve Ehrlich'in kıtlık yaşanmasının kaçınılmaz olduğunu öngördüğü Hindistan'ın dış ülkelere bağımlı olmadan kendine yetecek kadar buğday üretebilmesini sağladı. Benzer bitki ıslah programları pirinç ve mısır bitkilerinde de besin stoğu üzerinde aynı önemli etkilere yol açan yeşil devrimler yarattı. Yeşil devrim yalnızca gıda güvenliğini geliştirmekle kalmadı, bunun yanında mevcut tarım alanlarından elde edilen rekolteyi hatırı sayılır miktarda artırarak tahminen 18 ila 27 milyon hektar doğal alanı tarım arazisine dönüştürülmekten kurtardı.

Yeşil devrimin babası olarak tanınan Borlaug 1970 senesinde No-bel Barış Ödülü'nü almaya hak kazandı, ama ödülü alırken yaptığı konuşmasında bir uyarıda bulundu: "Yeşil devrim insanlığın, açlık ve mahrumiyet karşısında verdiği savaşta geçici bir başarı elde etmesini sağlamıştır; insanlığa nefes alma imkânı tanımıştır. Eğer tam anlamıyla yürürlüğe konursa, bu devrim önümüzdeki otuz yıl boyunca

varlığımızı sürdürebilmemize yetecek kadar besin sağlayabilir. Ancak bunun için insanların korkutucu çoğalma gücünün de frenlenmesi gerekir; aksi halde yeşil devrimin başarısı kısa ömürlü olacaktır.”

Günümüzde birçok yerde yeşil devrimin sağladığı avantajlardan tam anlamıyla istifade edilirmiş ve tarım ürünlerinin rekolteleri yatay bir seyir izlemeye başlamıştır. Günümüzde yetiştirilen çeşitlerden elde edilen rekolteyle, içinde bulunduğumuz yüzyılın ortalarına gelindiğinde 10 milyara ulaşması beklenen nüfusun ihtiyaçlarını karşılayabilmek için birim hektardan elde edilmesi gereken rekolte arasında bir fark oluşması beklenmektedir. Bu konuda yürütülen tahminlerden biri, günümüzde yetiştirilen ürünlerin miktarıyla 2050’ye gelindiğinde herkesi doyurmak için gerek duyacağımız miktar arasındaki farkın kapatılabilmesi için tarım ürünlerinin rekoltesinin en azından yüzde 50 oranında artırılması gerektiği yönündedir. Bu dünya çapında elde edilen ortalama rekoltenin günümüzde ancak rekor kırarak elde edilebilen seviyelere çıkarılmasıyla eşdeğerdir. Ortalama rekoltenin dünya çapında yüzde 50 oranında artırılması mevcut

eğilimlere bakıldığında erişilebilir bir hedefmiş gibi görünebilir ancak gelecekte oluşacak gıda talebinin karşılanabilmesi için tarım ürünlerinin rekoltesinin iki katına çıkması gerektiğini öngören farklı ve çok daha yüksek tahminler de yürütülmektedir.⁹ Tahıl üretiminde mevcut eğilimler devam eder ve mevcut yöntemler sürdürülürse bu ürünlerin rekoltesini iki katına çıkarmamız mümkün olmaz.¹⁰

Tahıl ürünlerinin rekoltesinin çarpıcı bir şekilde artırılması, gelecekte gıda maddelerine duyulan arz ve talebin dengelenmesinin tek yolu değildir elbette. Eşitliğin yalnızca arz tarafına odaklanmak, hem sosyal hem de bilimsel bileşenleri olan bu sorunun giderilmesi için yapılan teknik bir tamirat olarak tanımlanabilir. Sosyal çözümler genel olarak gıda maddelerine duyulan talebin azaltılmasına odaklanılır ve doğum kontrolü yöntemleriyle nüfus artışının dizginlenmesi, gıda israfının azaltılması,¹¹ gelişmiş ülkelerde yaşayan insanları daha az et tüketmeye¹² ikna ederek hayvan yemi olarak kullanılan tahıl ürünlerine duyulan talebin azaltılması gibi konular üzerinde durur. Bunların her biri arzu edilen gelişmeler olsa da yalnızca bu çözümlere bel bağlamamız geleceğimizle kumar oynadığımız anlamına

gelir. Bu yüzden bitkibilimciler ikinci bir yeşil devrime ihtiyaç duyduğumuzu savunmaktadır.

İkinci yeşil devrimin aşması gereken engeller ilk devrimin karşılaştığı engellerden farklıdır. İlk devrimin üstesinden gelmesi gereken en büyük zorluk endüstriyel tarıma daha iyi adapte olmuş yeni bitki çeşitlerinin ıslah edilmesi olarak tanımlanabilir. Bu devrim doğru şekilde gübrelenip sulandıklarında rekolteyi artıran, hastalıklara dayanıklı tarım ürünlerinin başarılı bir şekilde üretilmesine yol açtı. Bir sonraki yeşil devrimi gerçekleştirmeye çalışan bitki ıslahçıları, tarım ürünlerinin rekoltesini artırmak için daha karmaşık bir dizi engeli aşmak zorundadır. Bunun için, örneğin, tarım ürünlerinin geçmişte kullanılan sulama yöntemleri yüzünden tuzlanan topraklarda yetiştirilebilmeleri için tuza daha dayanıklı hale getirilmeleri, kuraklığa ve yüksek ısılara karşı bitkilere direnç kazandırılması ve sürekli olarak evrimleşen hastalıklarla ve zararlı böceklerle mücadele edilmesi gerekir.

ikinci yeşil devrimin karşısında duran engeller ilkinde oranla daha büyük olsa da günümüzde elimizin altındaki genetik araçlar Borlaug'ın ve 1950'lerle 60'larda çalışmalarını sürdüren bitki ıslahçılarının

sahip olduklarından çok daha gelişmiştir. Günümüzde en azından elli tarım ürününün gen dizilimi çıkarılmıştır ve bu da, bir örnekle açıklarsak yeşil devrimde çok önemli bir rol oynayan cücelik özelliğini bitkilere tam olarak hangi genetik mutasyonların kazandırdığını tespit etmemizi mümkün kılar.¹³ Buğdayın atalarından birinin gen diziliminde keşfedilen ve bitkinin tuza karşı direnç kazanmasını sağlayan bir gen, bitkinin tuzlu topraklarda hızla yetiştirilmeye adapte edilmesi için potansiyel sunmaktadır.¹⁴

Bütün genetik araçlarla ilgili en iddialısı, fotosentez döngüsünün yani bitkilerin güneş ışığının enerjisini kullanarak dışarıdan aldıkları CO₂ moleküllerini glikoza dönüştürme sürecinin temel mekanizmaları artık yeterince anlaşılmış olduğundan, bu döngüyü genetik mühendislik uygulamalarıyla önemli oranda geliştirmemizin olasılık dahilinde olmasıdır.¹⁵ Bunun başarılması, yeterli miktarda gübre ve su tedarik edilebilmesi durumunda, tarım ürünlerinin rekoltesini hatırı sayılır düzeyde artırabilir. Elbette genetik mühendisliğe muhalif bir kesim de var; örneğin yaşadığım yer İskoçya’da, devlet 2015’te Kuzey Avrupa’nın bu köşesini “GDO’suz”

bölge ilan etmek için genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO) yetiştirilmesini ve beslenmesini yasakladı.

Genetiği değiştirilmiş (GD) tarım ürünlerinin yetiştirilmesi Avrupa Birliği'nde yoğun düzenlemelere tabidir ancak bu kitabın kaleme alındığı tarihte çok az yetiştirici bu düzenlemelere uymaktadır. Romanya 2007'de Avrupa Birliği'ne girdiğinde, çiftçilerin GD soya fasulyesi çeşitlerini yetiştirmeleri yasaklandı ve bunun sonucunda rekoltenin azalması yüzünden bu ürünün yetiştirilmesi çiftçilere kazanç getirmemeye başladı. Romanya bir soya fasulyesi ihracatçısıyken aynı ürünü çok daha pahalıya ithal etmek zorunda kaldı.¹⁶ AB'de yasaklanan GDO'lu tarım ürünlerine istisna oluşturan bitkilerden biri, İspanya'da yaygın olarak yetiştirilen GD mısırdır. İspanyol çiftçiler yetiştirdikleri GD mısıra, Avrupa'nın diğer bölgelerinde yetiştirilen geleneksel mısırla kıyaslandığında onda biri kadar hasere ilacı sıkılması gerektiğini keşfetmiştir.

GD mısır, soya fasulyesi ve kanola ABD'de geniş ölçekte yetiştirilir, ama halk arasında GDO'lara karşı yaygın bir güvensizlik hâkimdir. 2014'te yapılan bir ankette, ABD'de yaşayan yetişkinlerin yüzde

57'si-nin GD yiyeceklerin genel anlamda güvenli olmadığını düşündükleri ortaya çıkmıştır.¹⁷ Bu rakam tüketicilerin çoğunun en iyi ihtimalle konu hakkında bilgisiz olduklarını veya en kötü ihtimalle yanlış yönlendirilerek insanlara fayda sağlayabilecek ve sağlayan bir teknolojiye karşı korkutulduklarını ortaya koyar.¹⁸ Yirmi yıl önce genetik mühendisliğinin yeni ve test edilmemiş bir teknoloji olduğu savunularak o dönemde haklı sayılabilecek bu iddialara meşruiyet kazandırılmaya çalışılmış olsa da durum artık değişmiştir. GD tarım ürünlerinin güvenli olup olmadığını belirlemek için binlerce deney yapılmış ve bu teknolojinin, gıda ürünlerinin yetiştirilmesi ve tüketilmesi açısından herhangi bir şekilde zararlı kılmadığını gösteren bol miktarda bulgu elde edilmiştir.¹⁹ Belki de bu teknolojinin güvenli olduğuna işaret eden bulguların çokluğundan, eskiden GDO'lara muhalif olan Greenpeace, artık GD tarım ürünlerinin herhangi bir fayda sağlamadığını veya yanlış kişilere fayda sağladığını savunmaktadır.²⁰ Ancak tam tersine, GD teknolojinin sağladığı gerçek faydaların arasına, tarım ürünlerinin rekoltesini artırması, kullanılan haşere ilaçlarının miktarını azaltması, sektörün tamamını salgın

hastalıklara bağılı olarak yok olmaktan koruması gibi çeşitli örnekler eklenmiştir.²¹

Papaya, Tropiklerin genelinde kıt kanaat geçiren yoksul çiftçiler için son derece önemli bir meyvedir. Bu meyve *papaya ringspot* (PRSV) adı verilen ve rekolteyi büyük oranda azaltarak ağaçları öldüren bir virüsün saldırısına uğramaktadır. Hastalanan bitkilerin tedavi edilmesi mümkün değildir, bu yüzden papaya yetiştiren çiftçiler bu hastalığı yalnızca haşere ilaçları sıkıp virüsü taşıyan yaprak bitlerini öldürerek kontrol altına almaya çalışır. Bu hem masraflı hem çevreye zarar veren hem de fazla etkili olmayan bir yöntemdir. Geleneksel yöntemlerle PRSV'ye dirençli olan papaya bitkileri geliştirmek için girişilen teşebbüsler sonuç vermemiştir ve bu virüs Tropikler'de papaya yetiştirilen bir bölgeden diğerine yayıldıkça bu tarım ürününün geleceği tehlikeye girmeye başlamıştır. Hawaii adasındaki ana papaya yetiştirme bölgesi bir süre boyunca PRSV afe-tinden etkilenmemeyi başarmıştır ama 1992'de virüs bu bölgeye de yayılmıştır. O dönemde, şans eseri, PRSV'yi kontrol altına almak için GD teknolojisine dayanan yepyeni bir yaklaşım test edilir; bu yolla virüsün protein kılıfını kodlayan genden bir parça

alınarak ve papayanın genomuna yerleştirilir. Papayanın genetik yapısının bu şekilde değiştirilmesi bitkilerin etkili bir şekilde aşılansarak, virüse karşı bağışıklık kazanmasını sağlamıştır.²²

1990'lar GD teknolojisinin yeni uygulanmaya başladığı yıllardı ve genetiği değiştirilen tüm organizmalar laboratuvarların dışına salınmadan evvel çok sıkı denetimlerden geçiriliyordu. Hawaii'de yaşayan GD karşıtlarının dile getirdiği bir diğer husus da virüsten alınan DNA ile aşılansan papayanın alerjilere neden olabileceği ve tüketilmesinin tehlike yaratabileceğiydi. Yapılan testler bunun aksini ispatladı, ama bitkibilimciler yine de PRSV'yle aşılansan papayaları yiyen insanların, herhangi bir olumsuz etkiyle karşılaşmalar bile yüklü miktarlarda virüs DNA'sı tükettiklerini savundu. Eğer PRSV DNA'sı veya proteini tüketmek sizi endişelendiriyorsa, o zaman GD papaya aslında en çok tercih ettiğiniz meyve olmalıdır çünkü hiç virüs içermez. Hatta, virüs içerse bile endişe etmenize gerek yoktur çünkü bu virüs midenizde yok olur.

Yetiştirilmesini neredeyse engelleyen meşakkatli bir resmi onay sürecinden sonra, GD papaya 1998'den bu yana Hawaii'de başarılı bir şekilde

yetiştirilmiştir. Güven vermek açısından Hawaii’de temiz bir sicili olmasına ve GD papaya çeşidi bölgedeki papaya sektörünü kurtarmasına rağmen, GD teknolojisine karşı sürdürülen muhalefet, bu bitkinin en büyük faydayı sağlayabileceği gelişmekte olan ülkelere yayılmasını engellemiştir. Greenpeace GD teknolojisinin etkili olmadığını iddia etmektedir ama bu teknolojinin faydalı olabileceği yerlerde kullanılmasını engelleyen kuruluş da kendisidir. 2004’te Tayland’da, koruyucu gözlükler ve solunum cihazları takmış Greenpeace eylemcileri saha deneylerinde kullanılan GD papaya tarlalarını yok etmiş, ağaçlardan kopardıkları meyveleri, üzerlerinde “Biyolojik Tehlike” etiketleri bulunan bidonlara atmıştır.²³

GD gıdalar şu ana dek kimseye zarar vermemiş olsa da bu gıdalara mantıksızca muhalefet edilmesi kesinlikle hasara neden olmuştur. Körlüğe ve ölüme yol açabilen A vitamini eksikliğinden mağdur toplumlara A vitamini sağlamak için üretilen bir GD pirinç çeşidi olan altın pirincin serbest dolaşıma alınması için yapılan planlara GD teknolojisi karşısı eylemciler tarafından şiddetle karşı çıkmıştır.²⁴ Gelişmekte olan ülkelerdeki yoksul çiftçilerin,

zararlı böceklerle ve hastalıklara dirençli GD çeşitlerine erişim sağlamaları engellenmiştir.²⁵ Hindistan'da, eylemciler, böceklerle karşı direnç kazandıran ve önem verilen sebzenin, en fazla duyarlılık gösterdiği zararlılara karşı koruma sağlayacak olan *Bt* geniyle üretilmiş bir GD patlıcan çeşidinin ülkede yetiştirilmesini engellemiştir.²⁶ *Bt* geni tırtıllara enfeksiyon bulaştırarak öldüren bir bakteri türünden elde edilir. Diğer taraftan, Hindistan'da *Bt* pamuğunun yetiştirilmesine izin verilir. Bu bitki, yoğun miktarda haşere ilacı kullanılmasını gerektirmeden daha yüksek rekolte elde edilmesini sağladığından, ülkede yetiştirilmeye başlandığından beri küçük çiftçilere hem çevresel hem de ekonomik faydalar sağlamıştır. O halde patlıcan yetiştiren küçük çiftçiler niçin benzer faydalar elde etmekten mahrum bırakılıyor?

Genetiği değiştirilmiş tarım ürünleri sürdürülebilir tarım uygulamalarında kullanılmaları açısından dev bir potansiyele sahiptir.²⁷ *Bt* patlıcan gibi zararlı böceklerle dayanıklı tarım ürünleri hastalıkları azaltıp rekolteyi artırmakla kalmaz, aynı zamanda haşere ilaçları gibi zararlı tarım girdilerinin kullanımını da azaltabilir. Su kullanımında verimliliğin

genetik mühendisliğiyle artırılması gerçek bir olasılıktır ve bunun başarılması tarımın çevre üzerinde yarattığı en büyük etkilerden birini hafifletecektir. GD teknolojisinin kötülenmesi ve tüketicilerin, faydalı bir teknolojinin muhakkak zarar da vereceğine inandırılması trajik bir durumdur.

Bilimsel bulguların gözardı edilmesinin insanların yaşantıları ve çevre üzerinde yarattığı hasar bir yana, yanlış hedefe yöneltilmiş iyi niyetli mücadeleler önemli çevresel davaları destekleyenlerin itibarlarını zedeler. Bilimsel bulgulara saygı göstermeyen insanlara ve kuruluşlara nasıl güvenebilirsiniz? Bu durumun farkına varmak, GDO'lu ürünlere karşı çeşitli kampanyalar yürüten ve kamuoyu tarafından çok iyi tanınan Mark Lynas'ın bu ürünler hakkında fikrini değiştirmesine yol açmıştır. Lynas 2015'te *Neu > York Times'ta* yayımlanan yazısında şu satırlara yer vermiştir;

Ömrünü çevreciliğe adanmış bir insan olarak, geçmişte genetiği değiştirilmiş gıdalara hep karşı çıktım. On beş yıl önce, Britanya'da sahada yapılan deneylere zarar verme girişimine bile katıldım. Daha sonra fikrim değişti. İklim değişikliğinin temelinde yatan bilimsel etkenleri konu alan iki kitap

yazdıktan sonra, artık küresel ısınma konusunda bilimin yanında yer alırken GDO konusunda bilimin karşısında yer alamayacağıma karar verdim. Bilimsel çevrelerce her iki konuda da eşit oranda mutabakat sağlandığını, iklim değişikliğinin gerçek olduğunu ve genetiği değiştirilmiş gıdaların da güvenli olduğunu anladım. Uzmanların fikir birliğine vardığı bir konuyu savunurken diğerine karşı çıkamazdım.²⁸

GDO'lu ürünlerle ilgili mesele dört nedenden ötürü evrimle ilişkilidir. İlk olarak, günümüzde karşılaştığı tüm muhalefete rağmen, GD teknolojisi tarım ürünlerimizin geleceğini belirleyecektir. Yiyeceklerimiz bu şekilde evrimleşecektir. Diğer muhaliflerin de Lynas gibi kamuoyunun karşısına çıkıp yanıldıklarını itiraf edip etmeyeceklerini ancak zamanla görebileceğiz. Ancak her koşulda, binlerce yıldır sürdürdüğümüz evcilleştirme işlemlerinin sonucunda genetik yapılarını değiştirdiğimiz tarım ürünlerinin ve hayvanların GDO'lu ürünlerle aralarında ne gibi farklılıklar olduğunu açık bir şekilde ayırt edebilmemizin imkânsız olduğunun daha geniş kitlelerce anlaşılması bu teknolojinin destekçileriyle muhalifleri arasındaki tartışmaların hararetini

kaybetmesine yol açacaktır.²⁹ Bu da GDO'lu ürünlerle ilgili meselenin evrimle ilişkili olmasının ikinci nedeninden kaynaklanır: Doğanın kendisi de bir genetik mühendisidir.

Genom devriminin en büyük keşiflerinden biri, genlerin dikey gen transferiyle (DGT; 11. Bölüm) türler arasındaki bariyeri doğal olarak aşabildiklerini öğrenmemizdir. Virüsler ve bazı bakteriler DGT'nin hem laboratuvarındaki hem de doğadaki ana temsilcileridir. *Rhizobium radiobacter*³⁰ adı verilen ve geniş yapraklı birçok bitki türüne enfeksiyon bulaştırabilen bir toprak bakterisi enfeksiyon sürecinde DNA'sının bir miktarını bitki hücrelerine aktarır. Bunun 1970'lerin sonlarında keşfedilmesinden bu yana, *R. radiobacter*'de gözlemlenen bu doğal süreç *Bt* geninin tarım ürünlerine transfer edilmesi için bir aktarma mekanizması olarak yaygın bir şekilde kullanılmıştır.

GDO'lu ürünlerle ilgili meselenin evrimle ilişkili olmasının üçüncü nedeni, doğal seçilimin, kullanılan teknolojilerin çoğunu evrimleştirip test etmiş olması, dolayısıyla bu teknolojileri kullanırken doğaya karşı değil, doğayla beraber çalışıyor olmamızdır. Örneğin kültürlenmiş tatlı patatesin genomu,

kökenleri *Rhizobium radiobacter* gibi bir bakteriye dayanan genler içerir.³¹ Bu genlerin bitkiye evcilleştirilme sürecinde aktarıldığı düşünülmektedir çünkü sözkonusu DNA dizilimleri bitkinin yabani akrabalarında mevcut değildir. Bu genlerin tatlı patateslerde ne gibi bir işlev veya işlevler gördüğü henüz bilinmemektedir ancak bu tarım ürününün kullanımını ve depolanmasını kolaylaştıran özellikler kazandırmış olması ihtimali yüksektir.

Doğadan elde edilen son GD teknolojisi ve şu ana dek elde edilen teknolojilerin şüphesiz en çığır açıcı olanı CRISPR-Cas9 adı verilen sistemdir.³² Bu bakterilerde bulunan ve bakterilere virüslere karşı adaptif bağışıklık kazandıran bir genom düzenleme sistemidir. Bu sistem bir bakteri hücresinin kendi kromozomları arasına girmiş olan virüslere ait DNA dizilimlerini tanımasına, bu dizilimleri keşip atmasına ve oluşan boşluğu tamir etmesine olanak tanır. Laboratuvarda, herhangi bir kısa DNA dizilimi, Cas9'un kendisine karşılık gelen RNA şablonuyla programlanması ve üzerinde değişiklik yapılması için seçilebilir.

Başka bir ifadeyle, CRISPR-Cas9 sistemi, kelime işleme yazılımındaki bul-ve-değiştir işlevini bir

belgede düzenleme yapmak için kullandığımız şekilde, DNA dizilimlerinin düzenlenmesi için kullanılabilir. CRISPR-Cas9 sisteminin bileşenlerini oluşturan bakteri genlerinin bir hayvan veya bir bitki hücresinin içine yerleştirilmesiyle alıcı hücrenin DNA dizilimi düzenlenebilir hale gelir. Bu yeni genom düzenleme aracının tıp veya tarım alanlarında yaratabileceği potansiyel etkilerin öneminin abartıldığı söylenemez. Bu konuya ilişkin yalnızca iki örnek vermek gerekirse, bu araç kistik fibroz gibi kalıtsal hastalıklara neden olan kusurlu genlerin tamir edilebilmesine olanak tanıyacaktır. Bitkilerde, CRISPR-Cas9 şimdiden ekmeklik buğdayı küflenmeye duyarlı yapan bir gen üzerinde değişiklik yapmak için kullanılmış ve ekmeklik buğdayın gıda güvenliği için tehdit oluşturan yıkıcı bir hastalığa karşı direnç kazanmasını sağlamıştır.³³ Ekmeklik buğdayın genomunun üç set kromozom içermesi, bu bitkinin genom düzenlemesi haricindeki yöntemlerle küfe direnç kazanmasını sağlayacak şekilde ıslah edilmesini güçleştirir.

GD teknolojileri doğal olmayan veya test edilmeyen teknolojiler değildir, bize sunduğu muazzam gücü kullanmaktan kaçınmamalı veya tam tersine

bu teknolojinin her sorunumuzu çözmesini beklemeliyiz. Bu da bizi GDO'lu ürünlerle ilgili meselelerin evrimle ilişkili olmasının dördüncü nedenine getirir: Zararlı organizmalar kendilerini yenmek için tasarlanmış GD teknolojilerine direnç kazanabilir. Örneğin, zararlı otlar genetik mühendislerinin bu otlarla mücadele etmek için GD tarım ürünlerine zarar vermeyecek şekilde tasarladığı glifosata direnç kazanmıştır. Zararlı böcekler de evrim geçirerek, genetik mühendislerinin *Bt* geni kullanılarak geliştirdiği GD tarım ürünleri tarafından üretilen *Bt* toksinine direnç kazanmıştır.

Bu örnekler bize yalnızca halihazırda bildiklerimizi, yani evrimin devam eden ve her daim var olan bir süreç olduğunu gösterir; ancak bazı GD karşıtı eylemcilerin iddia ettiği gibi GD teknolojisinin başarısız olduğu anlamına gelmez. Birleşik zararlı organizma denetimiyle zararlı organizmaların evrimleşerek direnç kazanmasını kısıtlamak mümkündür. Bu en iyi rekoltenin sürdürülebilir bir şekilde elde edilmesi için aralarına GD teknolojisinin de potansiyel olarak dahil edilebileceği çok sayıda farklı yöntemin kullanılmasını kapsar. Örneğin GD çeşitler ekim nöbetine dahil edilebilir. Ekim nöbeti

toprağın verimliliğinin korunması ve zararlı organizmaların birikmesinin engellenmesi için tarlalarda birkaç yıl boyunca her dönem farklı ürünlerin yetiştirildiği geleneksel bir yöntemdir.

GD teknolojileri de dahil, bitkilerin ve hayvanların evcilleştirilmesi için uygulanan her türlü ıslah yönteminin, istenmeyen sonuçlara yol açma riski vardır. Bunun nedeni GD teknolojisinin tabiatı gereği diğer bitki ıslah teknolojilerinden daha tehlikeli olması değil yeniliklerin her zaman bir miktar risk içermesidir. Ancak sağlığa ve çevreye karşı oluşan en büyük tehditlerle ilişkilendirilen yenilikler GD tarım ürünleri veya kültürlenmiş türler değil Arjantin karıncası, zebra midyesi ve kudzu asması gibi her biri doğal yaşam alanlarının dışına çıkarıldıklarında çok büyük zarara neden olmuş türlerdir. Yaptığımız veya yapmayı başaramadığımız hiçbir şey risksiz değildir, bu yüzden bütün riskler ihtiyatlı bir şekilde değerlendirilmelidir. Günümüzde GDO'lu ürünlerin yaratabileceği riskler gereğinden fazla abartılmakta, sürdürülebilir gıda üretimine yapacağı potansiyel katkıların değeriye yeterince takdir edilmemektedir.

Nihayet Darwin'le akşam yemeğimizin sonuna

geldik ve bu kitap da artık kütüphanede *The Complete Idiot's Guide to Smoking Foods, Bubbles in Food* ve *A Diet of Tripe* (1. Bölüm) kitaplarının yanındaki yerini almaya hazır. Eğer bu yemeğin başından sonuna dek yanımdan ayrılmadıysanız, evrimle yemek pişirme sanatının temelde birbirlerine çok benzediğini fark etmiş olabilirsiniz. Evrim tarihinde meydana gelen tüm yenilikler, memelilerin veya kuşların ortaya çıkması gibi çok büyük yenilikler bile, önceden var olan özelliklerden türetilmiştir. Memelilerin atalarının meme bezlerinin süt üretmesi gibi yumurtalar, tüyler ve uçuş yeteneğinin bir çeşidi de kuşların atalarında mevcuttu. Bereketli Hilal'de tahılların tarımı yapılamaya başlanmadan önce, insanlar 20 bin yıl boyunca yabani otların tohumlarını toplamıştı. Seçilim, ister doğal ister yapay olsun, genetik anlamda yalnızca mevcut varyasyonlar üzerinde etki eder.

Peki bunun yemek pişirmekle ne alakası var? Öncelikle, yemek pişirmek de bu şekilde evrimleşmiştir, ayrıca aşçılar da benzer yöntemler kullanarak yemek pişirirler. Yemek pişirirken evrimin size sunduğu veya marketten aldığınız malzemeleri kullanırsınız. Burada çıkarılması gereken bir ders mi

var? Evet, bence var. Evrim tıpkı iyi yemek pişirmek gibi malzemelerin sunduğu potansiyeli iyi kullanmakla alakalıdır. Bunlar Paleolitik dönemdeki beslenme düzenimizle ilgili mesnetsiz bilgilere dayanarak evrimin bizi, beslenmemizi kısıtlamaya zorladığını iddia eden insanların göz ardı ettikleri gerçeklerdir. Evrim tarihimiz beslenme düzenimizi gerçekten de şekillendirmiştir ancak kapsamını daraltmamış, aksine genişletmiştir. Biz buz örtülerinin ve çöllerin büyüyüp küçüldükleri dönemlerde hayatta kalmayı başardık, daha sonra gelişip, çoğalıp her kıtaya yayıldık çünkü bulunduğumuz ortamların şartlarına uyum sağlamasını beceren, zeki hepçilleriz. Böyle olmasak, soyumuz tıpkı bambu filizleri haricinde pek fazla bir şey yemeyen pandalar ya da yalnızca okaliptüs yapraklarıyla beslenen koalalar gibi tehlike altında olurdu. İşin tuhaf yanı, eğer nüfusumuz bu kadar kalabalık olmasaydı, hayvan türlerinin soyları da şüphesiz bu kadar büyük bir tehlike altında olmazdı.

Beslenme konusunda yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlar farklı kültürlerin mutfaklarını karşılaştırarak da anlayabileceğiniz bir gerçeği tasdik etmektedir.³⁴ Sağlıklı ve dengeli beslenmenin

birçok yolu vardır ve genelde yalnızca gereğinden fazla et tüketimine veya hayvansal proteinlerin hiç tüketilmemesine dayanan aşırı uçlardaki diyetler insanlar için sorun yaratır. Aşırı uçları temsil eden bu diyetler arasında kalan beslenme düzeni için sağlıklı beslenmenin önündeki en büyük engel, modern zamanlarda boy gösteren gereğinden fazla kalori tüketme eğilimidir.

Tadını çıkararak tüketebileceğimiz bu kadar çok yiyecek çeşidi varken, birçok yazarın bizi niçin evrimin bize kısıtlı bir beslenme düzeni şart koştuğuna ikna etmeye çalıştığını merak edebilirsiniz. Bunun olası bir nedenini bu kitabın taslağını gönderdiğim bir yazar menajeri farkında olmayarak anlattı. Bana sürüyü takip edip insanın beslenmesi için evrime dayalı bir reçete yazmam gerektiğini çünkü böyle bir kitabın çok daha fazla satacağını söyledi. Açıkçası, bunun yerine okuyucularıma Brooklyn Köprüsü'nü satmayı tercih ederim.

Son olarak Darwin'le gerçekten bir akşam yemeği yemenin nasıl bir deneyim olabileceğini merak etmiş olabilirsiniz. Eğer Darwin bu yemeğin ilham kaynağı olmakla kalmayıp bizimle beraber yemeğe otursaydı, genetik bilimi alanında elde edilen

gelişmeler ve bu gelişmelerin evrimin hangi yönlerine ışık tuttuğu hakkında bilgi edinseydi, şüphesiz şaşkınlıktan ağzı açık kalırdı. Ancak ne yazık ki Charles Darwin neredeyse ömrü boyunca süren mide rahatsızlığından mustarıptı ve bu da akşam yemeklerinde nadiren konuk ağırladığı veya bu tür etkinliklere nadiren katıldığı anlamına gelir. Darwin otobiyografisinde, karısı Emma'yla beraber Viktorya Dönemi'nin başlarında Londra'nın gürültüsünden uzaklaşmak için Kent ilçesinin Downe köyüne ilk taşındıklarında, birkaç sefer akşam yemeği verdiklerini kaydetmiştir. Emma kız kardeşine gönderdiği 1 Nisan 1839 tarihli bir mektubunda, John Stevens Henslow ve Charles Lyell'in katıldığı bir akşam yemeği davetinden şu şekilde bahseder: "O ikisinin, yani, Avrupa'nın en büyük bitkibilimcisi [Henslow] ve en büyük jeoloğunun [Lyell] ölü ağırlığına rağmen, çok iyi vakit geçirdik ve hiç duraklamadık." Büyük adamların harika eşlerinin hoş sohbetleri sağ olsun.

Ancak Darwin ailesinin akşam yemeklerine katıldıkları dönem fazla uzun sürmedi. Emma'nın başka bir mektubunda belirttiği üzere, Darwin'in sağlık durumunun kötüye gitmesi bu tür davetlere

katılmalarına engel oldu: “Akşam yemeklerine katılmaktan tamamen vazgeçmek zorunda kaldık ve bu benim için az da olsa bir kayıp oldu çünkü bu tür partiler beni her zaman neşelendiriyordu.” Emma Darwin’in bu dönemde bir tarif defteri tuttuğu da ortaya çıktı, dolayısıyla mutfağından çıkan bazı süslü yemekler hakkında bir fikir sahibi olma imkânı bulabildik.³⁵ Ancak Charles’ın mide rahatsızlığından mı, yoksa Viktorya Dönemi mutfağının kısıtlamalarından mı bilinmez, tarif kitabının içinde modern aşçılara ilham verebilecek pek fazla şey yok. Darwin’in dünyaya en büyük katkısı evrimin tarifini keşfetmiş olmasıydı.

TEŞEKKÜR

Her zamanki gibi, bu kitabın taslağını büyük bir sabırla, ince eleyip sık dokuyarak gözden geçirdiği için ve iyi bir kitabın nasıl olması gerektiği hakkında sahip olduğu keskin ve parlak görüşlerinden ötürü karım Rissa de la Paz'a şükran borçluyum. Umarım kaleye çekilen her şutta gole bir adım daha yaklaşıyorumdur. Biyoloji hakkında neredeyse herkesten fazla bilgi sahibi olan ve olası hataları bulmak için bu kitabın taslağını baştan sona okuyan eski dostum ve meslektaşım Profesör Caroline Pond'a da katkılarından dolayı müteşekkirim. Gözünden kaçmış olabilecek herhangi bir hata tamamen benim sorumluluğumdadır. Bana "Gelecekte Yemek" bölümü için tavsiyelerde bulunan ve Raoul Adamchak'la beraber kaleme aldığı, yakında yayımlanacak *Tomorrou/s Table* [Yarının Masası] kitabının bölümlerine önceden bakma fırsatı verdiği için UC Davis Profesörü Pam Ronald'a teşekkür ederim. Ayrıca, bu kitabı yazmaya başladığım UC Davis'e yaptığım kısa süreli ziyaret boyunca bana ev sahipliği yapan Profesör Sharon Strauss'a da teşekkürü borç bilirim. Son olarak, ayda bir, Edinburgh'da

Wash Bar adlı bir mekânda, “Stranger than Fiction” [Kurgudan da Tuhaf] yazılı bir afiş altında buluştum, edebiyat dışı kitapların yazarlarından oluşan yeni arkadaş grubuma teşekkür etmek istiyorum. Bu arkadaşların bir kısmı bu kitabın bazı bölümlerini okudular ve benden değerli yorumlarını esirgemediler, bunun için onlara minnettarım.

NOTLAR

BİRİNCİ BÖLÜM

1. T. Reader, *The Complete Idiot's Guide to Smoking Foods* (Alpha/Penguin Group, 2012).
2. G. M. Campbell, *Bubbles in Food* (Eagan Press, 1999); G. M. Campbell vd., *Bubbles in Food 2: Novelty, Health, and Luxury* (AACC International, 2008).
3. T. McLaughlin, *A Diet of Tripe: The Chequered History of Food Reform* (David & Charles, 1978).
4. F. Lyman vd., *No More Bull!: The Mad Cowboy Targets America's Worst Enemy, Our Diet* (Scribner, 2005).
5. R. Wharton ve S. Billingsley, *Handheld Pies: Pint-Sized Sweets and Savories* (Chronicle Books, 2012).
6. H. Saberi, ed., *Cured, Fermented and Smoked Foods: Proceedings of the Oxford Symposium on Food and Cookery, 2010* (Prospect Books, 2011).
7. I. Hayakawa, *Food Processing by Ultra High Pressure Turin-Scretu Extrusion* (Technomic Publishing, 1992).
8. D. J. Varricchio vd., "Avian Paternal Çare Had Dinosaur Origin," *Science* 322, no. 5909 (2008): s. 1826-28, doi:10.1126/science.1163245.
9. R. Allain ve X. P. Suberbiola, "Dinosaurs of France," *Comptes Rendus Palevol* 2, no. 1 (2003): s. 27-44, doi:10.1016/sl631-0683(03)00002-2.
10. 10. USDA, *Milk Couss and Production Final Estimates, 2003-2007* (2009).
11. O. T. Oftedal, "The Evolution of Milk Secretion and Its Ancient Origins," *Animal* 6, no. 3 (2012): s. 355-68, doi:10.1017/sl751731111001935.
12. D. Brawand vd., "Loss of Egg Yolk Genes in Mammals and the Origin of Lactation and Placentation," *PLOS Biology* (2008), doi:10.1371/journal.pbio.0060063.g001.
13. J. Silvertovvn, *An Orchard Invisible: A Natural History of Seeds* (University of Chicago Press, 2009).

İKİNCİ BÖLÜM

1. J. Bosvvell, *The Journal of a Tour to the Hebrides with Samuel Johnson, LLD* (1785), <http://www.gutenberg.org/ebooks/6018> (son erişim tarihi: 22 Şubat 2015).
2. F. Warneken ve A. G. Rosati, "Cognitive Capacities for Cooking in Chimpanzees," *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 282, no. 1809 (2015), doi:10.1098/rspb.2015.0229.
3. W. H. Kimbel ve B. Villmoare, "From *Australopithecus* to *Homo*: The Transition That Wasn't," *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences* 371, no. 1698 (2016), doi:10.1098/rstb.2015.0248.
4. C. Darwin, *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex* (J. Murray, 1901).
5. Age., s. 242.
6. J. Kappelman vd., "Perimortem Fractures in Lucy Suggest Mortality from

Fail Out of Tali Tree,” *Nature* (2016), doi:10.1038/nature19332.

7. K. M. Stewart, “Environmental Change and Hominin Exploitation of C4-Based Resources in Wetland/Savanna Mosaics,” *Journal of Human Evolution* 77 (2014): s. 1-16, doi:10.1016/j.jhevol.2014.10.003.

8. D. Lieberman, *The Evolution of the Human Head* (Belknap Press of Harvard University Press, 2011), s. 434.

9. R. Wrangham, *Catching Fire: How Cooking Made Us Human* (Profile Books, 2009). s. 91.

10. S. P. McPherron vd., “Evidence for Stone-Tool-Assisted Consumption of Animal Tissues Before 3.39 Million Years Ago at Dikika, Ethiopia,” *Nature* 466, no. 7308 (2010): s. 857-60, doi:10.1038/nature09248.

11. S. Harmand vd., “3.3-Million-Year-Old Stone Tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya,” *Nature* 521, no. 7552 (2015): s.310-15, doi:10.1038/natu-rel4464.

12. M. Dominguez-Rodrigo vd., “Cutmarked Bones from Pliocene Archaeological Sites, at Gona, Afar, Ethiopia: Implications for the Function of the World’s Oldest Stone Tools,” *Journal of Human Evolution* 48, no. 2 (2005): s. 109-21, doi:10.1016/j.jhevol.2004.09.004.

13. F. Spoor vd., “Reconstructed *Homo habilis* Type OH 7 Suggests Deep-Rooted Species Diversity in Early Homo,” *Nature* 519, no. 7541 (2015): s. 83-86, doi:10.1038/nature14224.

14. Lieberman, *The Evolution of the Human Head*, s. 503.

15. B. Villmoare vd., “Early Homo at 2.8 Ma from Ledi-Geraru, Afar, Ethiopia,” *Science* (2015), doi:10.1126/science.aaals.343.

16. C. Ruff, “Variation in Human Body Size and Shape,” *Annual Review of Anthropology* 31 (2002): s. 211-32, doi:10.1146/annurev.anthro.31.040402.085407.

17. Lieberman, *The Evolution of the Human Head*.

18. D. R. Braun vd., “Early Hominin Diet Included Diverse Terrestrial and Aquatic Animals 1.95 Ma in East Turkana, Kenya,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107, no. 22 (2010): s.10002-7, doi:10.1073/pnas.1002181107.

19. S. Bilsborough ve N. Mann, “A Review of Issues of Dietary Protein Intake in Humans,” *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 16, no. 2 (2006): s. 129-52.

20. A. Strohle ve A. Hahn, “Diets of Modern Hunter-Gatherers Vary Substantially in Their Carbohydrate Content Depending on Ecoenvironments: Results from an Ethnographic Analysis,” *Nutrition Research* 31, no. 6 (2011): s. 429-35, doi:10.1016/j.nutres.2011.05.003.

21. J. Lee-Thorp vd., “Isotopic Evidence for an Early Shift to C4 Resources by Pliocene Hominins in Chad,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109, no. 50 (2012): s. 20369-72, doi:10.1073/pnas.1204209109.

22. D. Zohary vd., *Domestication of Plants in the Old World: The Origin and Spread of Domesticated Plants in South-West Asia, Europe, and the Mediterranean Basin* (Oxford University Press, 2012), s. 158.

23. M. E. Tumbleson ve T. Kommedahl, "Reproductive Potential of *Cyperus esculentus* by Tubers," *Weeds* 9, no. 4 (1961): s. 646-53, doi:10.2307/4040817.
24. C. Lemorini vd., "Old Stones' Song: Use-Wear Experiments and Analysis of the Oldowan Quartz and Quartzite Assemblage from Kanjera South (Kenya)," *Journal of Human Evolution* 72 (2014): s. 10-25, doi:10.1016/j.jhevol.2014.03.002.
25. D. Lordkipanidze vd., "A Complete Skull from Dmanisi, Georgia, and the Evolutionary Biology of Early Homo," *Science* 342 (2013): s. 326-31.
26. M. Ben-Dor vd., "Man the Fat Hunter: The Demise of *Homo erectus* and the Emergence of a New Hominin Lineage in the Middle Pleistocene (ca. 400 kyr) Levant," *PLOS ONE* 6, no. 12 (2011), doi:10.1371/journal.pone.0028689.
27. T. Surovell vd., "Global Archaeological Evidence for Proboscidean Overkill," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102, no. 17 (2005): s. 6231-36, doi:10.1073/pnas.0501947102.
28. S. E. Bentsen, "Using Pyrotechnology: Fire-Related Features and Activities with a Focus on the African Middle Stone Age," *Journal of Archaeological Research* 22, no. 2 (2014): s. 141-75, doi:10.1007/s10814-013-9069-x.
29. J. A. J. Gowlett ve R. W. Wrangham, "Earliest Fire in Africa: Towards the Convergence of Archaeological Evidence and the Cooking Hypothesis," *Azania-Archaeological Research in Africa* 48, no. 1 (2013): s. 5-30, doi:10.1080/0067270x.2012.756754.
30. *How Cooking Made Us Human*: Wrangham, *Catching Fire*.
31. G. H. Perry vd., "Insights into Hominin Phenotypic and Dietary Evolution from Ancient DNA Sequence Data," *Journal of Human Evolution* 79 (2015): s. 55-63, doi:10.1016/j.jhevol.2014.10.018.
32. R. N. Carmody ve R. W. Wrangham, "The Energetic Significance of Cooking," *Journal of Human Evolution* 57, no. 4 (2009): s. 379-91, doi:10.1016/j.jhevol.2009.02.011.
33. R. N. Carmody vd., "Energetic Consequences of Thermal and Nonthermal Food Processing," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108, no. 48 (2011): s. 19199-203, doi:10.1073/pnas.1112128108; E. E. Groopman vd., "Cooking Increases Net Energy Gain from a Lipid-Rich Food," *American Journal of Physical Anthropology* 156, no. 1 (2015): s. 11-18, doi:10.1002/ajpa.22622.
34. G. Roth ve U. Dicke, "Evolution of the Brain and Intelligence," *Trends in Cognitive Sciences* 9, no. 5 (2005): s. 250-57, doi:10.1016/j.tics.2005.03.005.
36. J. J. Harris vd., "Synaptic Energy Use and Supply," *Neuron* 75, no. 5 (2012): s. 762-77, doi:10.1016/j.neuron.2012.08.019.
37. L. C. Aiello ve P. Wheeler, "The Expensive Tissue Hypothesis: The Brain and the Digestive System in Human and Primate Evolution," *Current Anthropology* 36, no. 2 (1995): s. 199-221, doi:10.1086/204350; A. Navarrete vd., "Energetics and the Evolution of Human Brain Size," *Nature* 480, no. 7375 (2011): s. 91-93, doi:10.1038/nature10629.
38. H. Pontzer vd., "Metabolic Acceleration and the Evolution of Human Brain Size and Life History," *Nature* 533, no. 7603 (2016): s. 390-92, doi:10.1038/nature17654.

39. Wrangham, *Catching Fire. H. heidelbergensis*: L. T. Buck and C. B. Stringer, "Homo heidelbergensis" *Current Biology* 24, no. 6 (2014): s. R214-15, doi:10.1016/j.cub.2013.12.048.
40. Bentsen, "Using Pyrotechnology"; N. Goren-Inbar vd., "Evidence of Hominin Control of Fire at Gesher Benot Ya'aqov, Israel," *Science* 304, no. 5671 (2004): s. 725-27, doi:10.1126/science.1095443.
41. H. Thieme, "Lower Palaeolithic Hunting Spears from Germany," *Nature* 385, no. 6619 (1997): s. 807-10, doi:10.1038/385807a0.
42. T. van Kolfschoten, "The Palaeolithic Locality Schöningen (Germany): A Review of the Mammalian Record," *Quaternary International* 326- 27 (2014): s. 469-80, doi:10.1016/j.quaint.2013.11.006.
43. M. Baker, "The Killing Ground," *Science* 344, no. 6188 (2014): s. 1080-83.
44. D. Reich vd., "Genetic History of an Archaic Hominin Group from Denisova Cave in Siberia," *Nature* 468, no. 7327 (2010): s. 1053-60, doi:10.1038/natu-re09710.
45. D. Reich vd., "Denisova Admixture and the First Modern Human Dispersals into Southeast Asia and Oceania," *American Journal of Human Genetics* 89, no. 4 (2011): s. 516-28, doi:10.1016/j.ajhg.2011.09.005.
46. C. Lalueza-Fox vd., "A Melanocortin 1 Receptor Allele Suggests Varying Pigmentation among Neanderthals," *Science* 318, no. 5855 (2007): s. 1453-55, doi:10.1126/science.1147417.
47. K. Prüfer vd., "The Complete Genome Sequence of a Neanderthal from the Altai Mountains," *Nature* 505, no. 7481 (2014): s. 43-49, doi:10.1038/nature12886.
48. T. Higham vd., "The Timing and Spatiotemporal Patterning of Neanderthal Disappearance," *Nature* 512, no. 7514 (2014): s. 306-9, doi:10.1038/nature13621.
49. A. W. Froehle ve S. E. Churchill, "Energetic Competition between Neanderthals and Anatomically Modern Humans," *PaleoAnthropology* (2009): s. 96-116.
50. A. Sistiaga vd., "The Neanderthal Meal: A New Perspective Using Faecal Bio-markers," *PLOS ONE* 9, no. 6 (2014), doi:10.1371/journal.pone.0101045.
51. A. G. Henry vd., "Microfossils in Calculus Demonstrate Consumption of Plants and Cooked Foods in Neanderthal Diets (Shanidar III, Iraq; Spy I and II, Belgium)," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108, no. 2 (2011): s. 486-91, doi:10.1073/pnas.1016868108.
52. E. Lev vd., "Mousterian Vegetal Food in Kebara Cave, Mt. Carmel," *Journal of Archaeological Science* 32, no. 3 (2005): s. 475-84, doi:10.1016/j.jas.2004.11.006.
53. A. G. Henry vd., "Plant Foods and the Dietary Ecology of Neanderthals and Early Modern Humans," *Journal of Human Evolution* 69 (2014): s. 44-54, doi:10.1016/j.jhevol.2013.12.014.
- 54.1. Gutierrez-Zugasti vd., "The Role of Shellfish in Hunter-Gatherer Societies during the Early Upper Palaeolithic: A View from El Cuco

Rockshelter, Northern Spain,” *Journal of Anthropological Archaeology* 32, no. 2 (2013):

s. 242-56, doi:10.1016/j.jaa.2013.03.001; D. C. Salazar-Garcia vd., “Neanderthal Diets in Central and Southeastern Mediterranean Iberia,” *Quaternary International* 318 (2013): s. 3-18, doi:10.1016/j.quaint.2013.06.007.

55. R. Blasco vd., “The Earliest Pigeon Fanciers,” *Scientific Reports* s. 4, no. 5971 (2014), doi:10.1038/srep05971.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

1. “Böke of Kokery”, aktaran W. Sitwell, *A History of Food in 100 Recipes* (Little, Brown, 2013), s. 58.

2. A. E. Russon vd., “Orangutan Fish Eating, Primate Aquatic Fauna Eating, and Their Implications for the Origins of Ancestral Hominin Fish Eating,” *Journal of Human Evolution* 77 (2014): s. 50-63, doi:10.1016/j.jhevol.2014.06.007.

3. M. Álvarez vd., “Shell Middens as Archives of Past Environments, Human Dispersal and Specialized Resource Management,” *Quaternary International* 239, nos. 1-2 (2011): s. 1-7, doi:10.1016/j.quaint.2010.10.025.

4. J. T. Brenna ve S. E. Carlson, “Docosahexaenoic Acid and Human Brain Development: Evidence That a Dietary Supply Is Needed for Optimal Development,” *Journal of Human Evolution* 77 (2014): s. 99-106, doi:10.1016/j.jhevol.2014.02.017; S. C. Cunnane ve M. A. Crawford, “Energetic and Nutritional Constraints on Infant Brain Development: Implications for Brain Expansion during Human Evolution,” *Journal of Human Evolution* 77 (2014): s. 88-98, doi:10.1016/j.jhevol.2014.05.001.

5. C. W. Marean vd., “Early Human Use of Marine Resources and Pigment in South Africa during the Middle Pleistocene,” *Nature* 449, no. 7164 (2007): s. 905-8, doi:10.1038/nature06204.

6. C. W. Marean, “When the Sea Saved Humanity,” *Scientific American* 303, no. 2 (2010): s. 54-61, doi:10.1038/scientificamerican0810-54; C. W. Marean, “Pinnacle Point Cave 13B (Western Cape Province, South Africa) in Context: The Cape Floral Kingdom, Shellfish, and Modern Human Origins,” *Journal of Human Evolution* 59, nos. 3-4 (2010): s. 425-43, doi:10.1016/j.jhevol.2010.07.011.

7. R. C. Walter vd., “Early Human Occupation of the Red Sea Coast of Eritrea during the Last Interglacial,” *Nature* 405, no. 6782 (2000): s. 65-69, doi:10.1038/35011048.

8. W. Liu vd., “The Earliest Unequivocally Modern Humans in Southern China,” *Nature* 526, no. 7575 (2015): s. 696-99, doi:10.1038/nature15696. roasted in a fire: M. Cortes-Sanchez vd., “Earliest Known Use of Marine Resources by Neanderthals,” *PLOS ONE* 6, no. 9 (2011), doi: 10.1371/journal.pone.0024026.

9. M. Cortes-Sanchez vd., “The Earliest Unequivocally Modern Humans in Southern China,” *Nature* 526, no. 7575 (2015), doi:10.1371/journal.pone.0024026

10. E. A. A. Garcea, “Successes and Failures of Human Dispersals from North Africa,” *Quaternary International* 270 (2012): s. 119-28, doi:10.1016/j.qua-int.2011.06.034.

11. P. Mellars, “Why Did Modern Human Populations Disperse from Africa ca. 60,000 Years Ago? A New Model,” *Proceedings of the National Academy of*

Sciences of the United States of America 103, no. 25 (2006): s. 9381-86, doi:10.1073/pnas.0510792103.

12. S. Oppenheimer, "Out-of-Africa, the Peopling of Continents and Islands: Tracing Uniparental Gene Trees across the Map," *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences* 367, no. 1590 (2012): s. 770-84, doi:10.1098/rstb.2011.0306.

13. S. A. Tishkoff vd., "The Genetic Structure and History of Africans and African Americans," *Science* 324, no. 5930 (2009): s.1035-44, doi:10.1126/science.1172257.

14. S. Ramachandran vd., "Support from the Relationship of Genetic and Geographic Distance in Human Populations for a Serial Founder Effect Originating in Africa," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102, no. 44 (2005): s. 15942-47, doi:10.1073/pnas.0507611102.

15. T. D. Weaver, "Tracing the Paths of Modern Humans from Africa," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111 (2014): s. 7170-7

16. E. J. Dixon, "Late Pleistocene Colonization of North America from Northeast Asia: New Insights from Large-Scale Paleogeographic Reconstructions," *Quaternary International* 285 (2013): 57-67, doi:10.1016/j.quaint.2011.02.027.

17. T. Goebel vd., "The Late Pleistocene Dispersal of Modern Humans in the Americas," *Science* 319, no. 5869 (2008): s. 1497-502, doi:10.1126/science.1153569.

18. E. Marris, "Underwater Archaeologists Unearth Ancient Butchering Site," *Nature* (13 Mayıs 2016), doi:10.1038/nature.2016.19913.

19. J. M. Erlandson ve T. J. Braje, "From Asia to the Americas by Boat? Paleogeography, Paleoecology, and Stemmed Points of the Northwest Pacific," *Quaternary International* 239, nos. 1-2 (2011): s. 28-37, doi:10.1016/j.quaint.2011.02.030.

20. T. D. Dillehay, *Monte Verde, a Late Pleistocene Settlement in Chile: The Archaeological Context and Interpretation* (Smithsonian Institution Press, 1997).

21. A. Prieto vd., "The Peopling of the Fuego-Patagonian Fjords by Littoral Hunter-Gatherers after the Mid-Holocene H1 Eruption of Hudson Volcano," *Quaternary International* 317 (2013): s. 3-13, doi:10.1016/j.quaint.2013.06.024.

22. C. Darwin, *The Voyage of HMS Beagle* (Folio Society, 1860), Bölüm 10.

23. L. A. Orquera vd., "Littoral Adaptation at the Southern End of South America," *Quaternary International* 239, nos. 1-2 (2011): s. 61-69, doi:10.1016/j.quaint.2011.02.032.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

1. D. Zohary vd., *Domestication of Plants in the Old World: The Origin and Spread of Domesticated Plants in South-West Asia, Europe, and the Mediterranean Basin* (Oxford University Press, 2012); P. J. Berkman vd., "Dispersion and Domestication Shaped the Genome of Bread Wheat," *Plant Biotechnology Journal* 11, no. 5 (2013): s. 564-71, doi:10.1111/pbi.12044.

2. D. Samuel, "Investigation of Ancient Egyptian Baking and Brewing Methods by Correlative Microscopy," *Science* 273, no. 5274 (1996): s. 488-90,

- doi:10.1126/ science.273.5274.488; D. Samuel, "Bread Making and Social Interactions at the Amarna Workmen's Village, Egypt," *World Archaeology* 31, no. 1 (1999): s. 121-44.
3. British Museum'daki Nebhepetre modeli: <http://culturalinstitute.britishmuseum.org/asset-viewer/model-from-the-tomb-of-nebhepetre-mentuhotep-ii/ygG7V06b8fjrfQ?hl=en> (son erişim tarihi: 19 Kasım 2016).
4. J. E. Harris, "Dental Çare," *Oxford Encyclopedia of Ancient Egypt*, cilt. 1, ed. D. B. Redford (Oxford University Press, 2001): s. 383-85.
5. Hiyeroglifler: http://www.osirisnet.net/tombes/nobles/antefoqer/e_antefoqer_02.htm (son erişim tarihi: 12 Mart 2014).
6. J. Bottero, *Cooking in Mesopotamia*, çev. T. L. Fagan (University of Chicago Press, 2011).
7. A. T. Moles ve M. Westoby, "Seedling Survival and Seed Size: A Synthesis of the Literature," *Journal of Ecology* 92, no. 3 (2004): s. 372-83.
8. J. R. Harlan, "Wild Wheat Harvest in Turkey," *Archaeology* 20, no. 3 (1967): s. 197-201.
9. J. R. Harlan ve D. Zohary, "Distribution of Wild Wheats and Barley," *Science* 153, no. 3740 (1966): s. 1074-80, doi:10.1126/science.153.3740.1074.
10. M. D. Purugganan ve D. Q. Fuller, "Archaeological Data Reveal Slow Rates of Evolution during Plant Domestication," *Evolution* 65, no. 1 (2011): s. 171-83, doi:10.1111/j.1558-5646.2010.01093.x.
11. Zohary vd., *Domestication of Plants in the Old World*.
12. Age.
13. D. Q. Fuller vd., "Moving Outside the Core Area," *Journal of Experimental Botany* 63, no. 2 (2012): s. 617-33, doi:10.1093/jxb/err307; P. Civan vd., "Re-ticulated Origin of Domesticated Emmer Wheat Supports a Dynamic Model for the Emergence of Agriculture in the Fertile Crescent," *PLOS ONE* 8, no. 11 (2013), doi:10.1371/journal.pone.0081955.
14. C. Darwin, *The Variation of Animals and Plants under Domestication*, cilt. 1 (John Murray, 1868).
15. <http://www.agcanada.com/daily/statscan-shows-shockingly-large-crops-all-around> (son erişim tarihi: March 19, 2014).
16. T. Marcussen vd., "Ancient Hybridizations among the Ancestral Genomes of Bread Wheat," *Science* 345, no. 6194 (2014), doi:10.1126/science.1250092.
17. Zohary vd., *Domestication of Plants in the Old World*; J. Dvorak vd., "The Origin of Spelt and Free-Threshing Hexaploid Wheat," *Journal of Heredity* 103, no. 3 (2012): s. 426-41, doi:10.1093/jhered/esr152.
18. Marcussen vd., "Ancient Hybridizations among the Ancestral Genomes of Bread Wheat."
19. J. Dubcovsky ve J. Dvorak, "Genome Plasticity a Key Factor in the Success of Polyploid Wheat under Domestication," *Science* 316, no. 5833 (2007): s. 1862-66, doi:10.1126/science.1143986.
20. R. P. Singh vd., "The Emergence of Ug99 Races of the Stem Rust Fungus Is a Threat to World Wheat Production," *Annual Review of Phytopathology* 49, no. 1 (2011): s. 465-81, doi:10.1146/annurev-phyto-072910-095423.
- 21.1. G. Loskutov, *Vavilov and His Institute: A History of the World*

Collection of Plant Genetic Resources in Russia (International Plant Genetic Resources Institute, 1999).

22. J. Dvorak vd., "NI Vavilov's Theory of Centres of Diversity in the Light of Current Understanding of Wheat Diversity, Domestication and Evolution," *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding* 47 (2011): s. 20-27.

23. N. I. Vavilov ve V. F. Dorofeev, *Origin and Geography of Cultivated Plants* (Cambridge University Press, 1992).

24. S. Reznik ve Y. Vavilov, "The Russian Scientist Nicolay Vavilov," in *Five Continents by Nicolay Ivanovich Vavilov*, trans. Doris Löve (IPGRI; VIR, 1997), xvii-xxix.

25. Aktaran G. P. Nabhan, *Where Our Food Comes From: Retracing Nikolay Vavilov's Quest to End Famine* (Island Press Shearwater Books, 2009).

26. A. L. Ingram ve J. J. Doyle, "The Origin and Evolution of *Eragrostis tef* (Poaceae) and Related Polyploids: Evidence from Nuclear Waxy and Plastid Rps16," *American Journal of Botany* 90, no. 1 (2003): s. 116-22.

27. Loskutov, *Vavilov and His Institute*.

28. Russland-Sammelcommando: Nabhan, *Where Our Food Comes From*.

29. Age., xxiii, s. 223.

30. J. R. Porter vd., *IPCC Fifth Report*, bölüm 7: "Food Security and Food Production Systems" (son taslak, 2014).

31. N. I. Vavilov, *Five Continents*.

32. J. C. Burger vd., "Rapid Phenotypic Divergence of Feral Rye from Domesticated Cereal Rye," *Weed Science* 55, no. 3 (2007): s. 204-11, doi:10.1614/WS-06177.1.

33. V. G. Childe, *Man Makes Himself* (Spokesman, 1936).

34. G. H. Perry vd., "Diet and the Evolution of Human Amylase Gene Copy Number Variation," *Nature Genetics* 39, no. 10 (2007): s. 1256-60, doi:10.1038/ng2123.

35. A. L. Mandel ve P. A. S. Breslin, "High Endogenous Salivary Amylase Activity Is Associated with Improved Glycemic Homeostasis Following Starch Ingestion in Adults," *Journal of Nutrition* 142, no. 5 (2012): s. 853-58, doi:10.3945/jn.111.156984.

36. E. Axelsson vd., "The Genomic Signature of Dog Domestication Reveals Adaptation to a Starch-Rich Diet," *Nature* 495, no. 7441 (2013): s. 360-64, doi:10.1038/nature1837.

BEŞİNCİ BÖLÜM

1. W. Martin vd., "Hydrothermal Vents and the Origin of Life," *Nature Reviews Microbiology* 6, no. 11 (2008): s. 805-14, doi:10.1038/nrmicro1991; W. F. Martin vd., "Energy at Life's Origin," *Science* 344, no. 6188 (2014): s. 1092-93, doi:10.1126/science.1251653.

2. C. Darwin, "Letter to J. D. Hooker 1st Feb. 1871," <https://www.darwinproject.ac.uk/letter/DCP-LETT-7471.xml> (son erişim tarihi: 5 Kasım 2016).

3. J. B. S. Haldane, "The Origin of Life," *Rationalist Annual* 3 (1929): s. 3-10.

4. H. S. Bernhardt and W. P. Tate, "Primordial Soup or Vinaigrette: Did the RNA World Evolve at Acidic pH?," *Biology Direct* 7 (2012), doküman 186/1745-6150-7-4; G. von Kiedrowski, "Origins of Life—Primordial Soup or Crepes?,"

- Nature* 381, no. 6577 (1996): s. 20-21, doi:10.1038/381020a0.
5. V. Tolstoguzov, "Why Are Polysaccharides Necessary?," *Food Hydrocolloids* 18, no. 5 (2004): s. 873-77, doi:10.1016/j.foodhyd.2003.11.011.
6. J. A. Brillat-Savarin, *The Physiology of Taste* (Everyman, 2009), s. 85.
7. *Alice Harikalar Diyarında* kitabında Yalancı Kaplumbağa'nın söylediği şarkı, çeviren Tomris Uyar.
8. H. McGee, *McGee on Food and Cooking* (Hodder & Stoughton, 2004).
9. R. S. Keast ve A. Costanzo, "Is Fat the Sixth Taste Primary? Evidence and Implications," *Flavour* 4, no. 1 (2015): s. 1-7, doi:10.1186/2044-7248-4-5.
10. K. Ikeda, "New Seasonings," *Chemical Senses* 27, no. 9 (2002): s. 847-49, doi:10.1093/chemse/27.9.847 (1909 senesinde yayınlanan Japonca aslından tercüme edilmiştir).
11. O. G. Mouritsen, *Seaweeds: Edible, Available, and Sustainable* (University of Chicago Press, 2013).
12. O. G. Mouritsen vd., *Umami: Unlocking the Secrets of the Fifth Taste* (Columbia University Press, 2014).
13. L. Bareham, *A Celebration of Soup* (Michael Joseph, 1993).
14. K. Kurihara, "Glutamate: From Discovery as a Food Flavor to Role as a Basic Taste (Umami)," *American Journal of Clinical Nutrition* 90, no. 3 (2009): 719S-22S, doi:10.3945/ajcn.2009.27462D.
15. B. Lindemann vd., "The Discovery of Umami," *Chemical Senses* 27, no. 9 (2002): s. 843-44, doi:10.1093/chemse/27.9.843.
16. Ikeda, "New Seasonings."
17. N. Chaudhari vd., "A Metabotropic Glutamate Receptor Variant Functions as a Taste Receptor," *Nature Neuroscience* 3, no. 2 (2000): s. 113-19, doi:10.1038/72053.
18. P. H. Jiang vd., "Major Taste Loss in Carnivorous Mammals," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109, no. 13 (2012): s. 4956-61, doi:10.1073/pnas.1118360109.
19. J. Chandrashekar vd., "The Cells and Peripheral Representation of Sodium Taste in Mice," *Nature* 464, no. 7286 (2010): s. 297-301, doi:10.1038/nature08783.
20. C. P. Da Costa ve C. M. Jones, "Cucumber Beetle Resistance and Mite Susceptibility Controlled by the Bitter Gene in *Cucumis sativus* L.," *Science* 172, no. 3988 (1971): s. 1145-46, doi:10.1126/science.172.3988.1145.
21. R. Man ve R. Weir, *The Mustard Book* (Grub Street, 2010).
22. D. Intelmann vd., "Three TAS2R Bitter Taste Receptors Mediate the Psychophysical Responses to Bitter Compounds of Hops (*Humulus lupulus* L.) and Beer," *Chemosensory Perception* 2, no. 3 (2009): s. 118-32, doi:10.1007/s12078-009-9049-1.
23. http://www.timetree.org/index.php?taxon_a=mouse&taxon_b=human&submit=Search (erişim tarihi 28 Ekim 2014).
24. D. Y. Li ve J. Z. Zhang, "Diet Shapes the Evolution of the Vertebrate Bitter Taste Receptor Gene Repertoire," *Molecular Biology and Evolution* 31, no. 2 (2014): s. 303-9, doi:10.1093/molbev/mst219.
25. Y. Go vd., "Lineage-Specific Loss of Function of Bitter Taste Receptor

Genes in Humans and Nonhuman Primates,” *Genetics* 170, no. 1 (2005): s. 313-26, doi:10.1534/genetics.104.037523.

26. K. L. Mueller vd., “The Receptors and Coding Logic for Bitter Taste,” *Nature* 434, no. 7030 (2005): s. 221-25, doi:10.1038/nature03366.

27. D. G. Liem ve J. A. Mennella, “Heightened Sour Preferences during Childhood,” *Chemical Senses* 28, no. 2 (2003): s. 173-80.

28. D. Drayna, “Human Taste Genetics,” *Annual Review of Genomics and Human Genetics* 6 (2005): s. 217-35.

29. R. A. Fisher vd., “Taste-Testing the Anthropoid Apes,” *Nature* 144 (1939): s. 750. Drayna, “Human Taste Genetics.”

30. Y. Shang vd., “Biosynthesis, Regulation, and Domestication of Bitterness in Cucumber,” *Science* 346, no. 6213 (2014): s. 1084-88, doi:10.1126/science.1259215.

ALTINCI BÖLÜM

1. O. G. Mouritsen vd., *Umami: Unlocking the Secrets of the Fifth Taste* (Columbia University Press, 2014).

2. F. Viana, “Chemosensory Properties of the Trigeminal System,” *ACS Chemical Neuroscience* 2, no. 1 (2011): s. 38-50, doi:10.1021/cnl00102c.

3. “*Chimie du goût et de l’odorat* [1st ed., 1755],” described by A. Davidson, “Tastes, Aromas, Flavours,” in *Oxford Symposium on Food and Cookery, 1987: Taste*, ed. T. Jaine (Prospect Books, 1988): 9-14.

4. Aktaran G. M. Shepherd, *Neurogastronomy: How the Brain Creates Flavor and Why it Matters* (Columbia University Press, 2012), s. 12.

5. Y. Niimura, “Olfactory Receptor Multigene Family in Vertebrates: From the Viewpoint of Evolutionary Genomics,” *Current Genomics* 13, no. 2 (2012): s. 103-14.

6. Y. Niimura vd., “Extreme Expansion of the Olfactory Receptor Gene Repertoire in African Elephants and Evolutionary Dynamics of Orthologous Gene Groups in 13 Placental Mammals,” *Genome Research* 24, no. 9 (2014): s. 1485-96, doi:10.1101/gr.169532.113.

7. Y. Niimura ve M. Nei, “Extensive Gains and Losses of Olfactory Receptor Genes in Mammalian Evolution,” *PLOS ONE* 2, no. 8 (2007), doi:10.1371/journal.pone.0000708.

8. C. Bushdid vd., “Humans Can Discriminate More than 1 Trillion Olfactory Stimuli,” *Science* 343, no. 6177 (2014): s. 1370-72, doi:10.1126/science.1249168.

9. M. Auvray ve C. Spence, “The Multisensory Perception of Flavor,” *Consciousness and Cognition* 17, no. 3 (2008): 1016-31, doi:10.1016/j.concog.2007.06.005.

10. G. M. Shepherd, “The Human Sense of Smell: Are We Better than We Think?,” *PLOS Biology* 2, no. 5 (2004): e146, doi:10.1371/journal.pbio.0020146.

11. T. Olender vd., “Personal Receptor Repertoires: Olfaction as a Model,” *BMC Genomics* 13 (2012), doi:10.1186/1471-2164-13-414.

12. B. Keverne, “Monoallelic Gene Expression and Mammalian Evolution,” *Bio-essays* 31, no. 12 (2009): s. 1318-26, doi:10.1002/bies.200900074.

13. N. Eriksson vd., "A Genetic Variant Near Olfactory Receptor Genes Influences Cilantro Preference," *Flavour* 1, no. 22 (2012), doi:10.1186/2044-7248-1-22.
14. H. McGee, *McGee on Food and Cooking* (Hodder & Stoughton, 2004).
15. R. I. Curtis, "Umami and the Foods of Classical Antiquity," *American Journal of Clinical Nutrition* 90, no. 3 (2009): 712S-18S, doi:10.3945/ajcn.2009.27462C.
16. A. Dalby ve S. Grainger, *The Classical Cookbook* (British Museum Press, 1996).
17. Curtis, "Umami and the Foods of Classical Antiquity."

YEDİNCİ BÖLÜM

1. N. Mann, "Dietary Lean Red Meat and Human Evolution," *European Journal of Nutrition* 39, no. 2 (2000): s. 71-79, doi:10.1007/s003940050005.
2. E. P. Hoberg vd., "Out of Africa: Origins of the *Taenia* Tapeworms in Humans," *Proceedings of the Royal Society of London: Series B, Biological Sciences* 268, no. 1469 (2001): s. 781-87.
3. D. S. Zarlenga vd., "Post-Miocene Expansion, Colonization, and Host Switching Drove Speciation among Extant Nematodes of the Archaic Genus *Trichinella*," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103, no. 19 (2006): s. 7354-59, doi:10.1073/pnas.0602466103.
4. G. H. Perry, "Parasites and Human Evolution," *Evolutionary Anthropology* 23, no. 6 (2014): s. 218-28, doi:10.1002/evan.21427.
5. M. Aubert vd., "Pleistocene Cave Art from Sulawesi, Indonesia," *Nature* 514, no. 7521 (2014): s. 223-27, doi:10.1038/nature13422.
6. L. Watson, *The Whole Hog: Exploring the Extraordinary Potential of Pigs* (Profile, 2004).
7. Chauvet Mağarasındaki resimler: <http://www.bradshawfoundation.com/cha-uvet/> (son erişim tarihi: 14 Temmuz 2015); J. Combier ve G. Jouve, "Nouvelles recherches sur l'identité culturelle et stylistique de la grotte Chauvet et sur sa datation par la methode du 14C," *L'Anthropologie* 118, no. 2 (2014): s. 115-51, doi:10.1016/j.anthro.2013.12.001.
8. S. Gaudzinski-Windheuser ve L. Niven, "Hominin Subsistence Patterns during the Middle and Late Paleolithic in Northwestern Europe," in *The Evolution of Hominin Diets, Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology*, ed. J.-J. Hublin ve M. Richards (Springer Netherlands, 2009), s. 99-111.
9. M. Mariotti Lippi vd., "Multistep Food Plant Processing at Grotta Paglicci (Southern Italy) around 32,600 Cal B.P.," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112, no. 39 (2015): 12075-80, doi:10.1073/pnas.1505213112.
10. M. Jones, "Moving North: Archaeobotanical Evidence for Plant Diet in Middle and Upper Paleolithic Europe," in *The Evolution of Hominin Diets, Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology*, ed. J.-J. Hublin ve M. Richards (Springer Netherlands, 2009), s. 171-80.
11. E. Willerslev vd., "Fifty Thousand Years of Arctic Vegetation and Megafaunal Diet," *Nature* 506, no. 7486 (2014): s. 47-51, doi:10.1038/nature.12921.
12. J. A. Leonard vd., "Megafaunal Extinctions and the Disappearance of a Spe-

- cialized Wolf Ecomorph,” *Current Biology* 17, no. 13 (2007): s. 1146-50, doi:10.1016/j.cub.2007.05.072.
13. M. Hofreiter ve I. Barnes, “Diversity Lost: Are Ali Holarctic Large Mammal Species Just Relict Populations?,” *BMC Biology* 8 (2010): s. 46, doi:10.1186/1741-7007-8-46.
14. A. J. Stuart, “Late Quaternary Megafaunal Extinctions on the Continents: A Short Review,” *Geological Journal* 50, no. 3 (2015): s. 338-63, doi:10.1002/gj.2633.
15. H. Bocherens vd., “Reconstruction of the Gravettian Food-Web at Pfdmostri I Using Multi-Isotopic Tracking (13C, 15N, 34S) of Bone Collagen,” *Quaternary International* 359 (2015): s. 211-28, doi:10.1016/j.quaint.2014.09.044.
16. P. Shipman, “How Do You Kill 86 Mammoths? Taphonomic Investigations of Mammoth Megasites,” *Quaternary International* 359-60 (2015): s.38-46, doi:10.1016/j.quaint.2014.04.048.
17. A. J. Stuart vd., “Pleistocene to Holocene Extinction Dynamics in Giant Deer and Woolly Mammoth,” *Nature* 431 (2004): s. 684-89.
18. M. C. Stiner ve N. D. Munro, “Approaches to Prehistoric Diet Breadth, Demography, and Prey Ranking Systems in Time and Space,” *Journal of Archaeological Method and Theory* 9, no. 2 (June 2002): s. 181-214.
19. L. A. Maher vd., “The Pre-Natufian Epipaleolithic: Long-Term Behavioral Trends in the Levant,” *Evolutionary Anthropology* 21, no. 2 (2012): s. 69-81, doi:10.1002/evan.21307.
20. A. Snir vd., “The Origin of Cultivation and Proto-Weeds, Long Before Neolithic Farming,” *PLOS ONE* 10, no. 7 (2015), doi:10.1371/journal.pone.0131422.
21. D. Nadel vd., “On the Shore of a Fluctuating Lake: Environmental Evidence from Ohalo II (19,500 BP),” *Israel Journal of Earth Sciences* 53, nos. 3-4, special issue (2004): s. 207-23, doi:10.1560/v3cu-eb7-ukat-uca6.
22. R. Yeshurun vd., “Intensification and Sedentism in the Terminal Pleistocene Natufian Sequence of el-Wad Terrace (Israel),” *Journal of Human Evolution* 70 (2014): s. 16-35, doi:10.1016/j.jhevol.2014.02.011.
23. M. C. Stiner vd., “A Forager-Herder Trade-Off, from Broad-Spectrum Hunting to Sheep Management at Aikli Höyük, Turkey,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111, no. 23 (2014): s. 8404-9, doi:10.1073/pnas.1322723111.
24. E. Guerrero, S. Naji, ve J.-P. Bocquet-Appel, “The Signal of the Neolithic Demographic Transition in the Levant,” in *The Neolithic Demographic Transition and Its Consequences*, ed. J.-P. Bocquet-Appel and O. Bar-Yosef (Springer, 2008), s. 57-80, doi:10.1007/978-1-4020-8539-0_4.
25. P. Bellwood ve M. Oxenham, “The Expansions of Farming Societies and the Role of the Neolithic Demographic Transition,” in *Age.*, s. 13-34, doi:10.1007/978-1-4020-8539-0.2.
26. Dr. Seuss, *Oh, the Places You’ll Go!* (Random House, 1990).
27. H. Xiang vd., “Early Holocene Chicken Domestication in Northern China,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111, no. 49 (2014): s. 17564-69, doi:10.1073/pnas.1411882111.

28. S. Kanginakudru vd., "Genetic Evidence from Indian Red Jungle Fowl Corroborates Multiple Domestication of Modern Day Chicken," *BMC Evolutionary Biology* 8 (2008): 174, doi:10.1186/1471-2148-8-174; Y. P. Liu vd., "Multiple Maternal Origins of Chickens: Out of the Asian Jungles," *Molecular Phylogenetics and Evolution* 38, no. 1 (2006): s. 12-19, doi:10.1016/j.ympev.2005.09.014.
29. A. A. Storey vd., "Investigating the Global Dispersal of Chickens in Prehistory Using Ancient Mitochondrial DNA Signatures," *PLOS ONE* 7, no. 7 (2012), doi:10.1371/journal.pone.0039171.
30. J. Eriksson vd., "Identification of the Yellow Skin Gene Reveals a Hybrid Origin of the Domestic Chicken," *PLOS Genetics* 4, no. 2 (2008), doi:10.1371/journal.pgen.1000010.
31. J. M. Mwacharo vd., "The History of African Village Chickens: An Archaeological and Molecular Perspective," *African Archaeological Review* 30, no. 1 (2013): 97-114, doi:10.1007/s10437-013-9128-1; J. M. Mwacharo vd., "Reconstructing the Origin and Dispersal Patterns of Village Chickens across East Africa: Insights from Autosomal Markers," *Molecular Ecology* 22, no. 10 (2013): 2683-97, doi:10.1111/mec.12294.
32. P. V. Kirch, "Peopling of the Pacific: A Holistic Anthropological Perspective," *Annual Review of Anthropology* 39, no. 1 (2010): s. 131-48, doi:10.1146/annurev.anthro.012809.104936; J. M. Wilmshurst vd., "High-Precision Radiocarbon Dating Shows Recent and Rapid Initial Human Colonization of East Polynesia," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108, no. 5 (2011): s. 1815-20, doi:10.1073/pnas.1015876108.
33. J. Diamond, *Collapse: How Societies Choose to Fail or Survive* (Allen Lane, 2005).
34. Storey vd., "Investigating the Global Dispersal of Chickens"; A. A. Storey, "Polynesian Chickens in the New World: A Detailed Application of a Commensal Approach," *Archaeology in Oceania* 48 (2013): s. 101-19, doi:10.1002/arco.5007.
35. S. M. Fitzpatrick ve R. Callaghan, "Examining Dispersal Mechanisms for the Translocation of Chicken (*Gallus gallus*) from Polynesia to South America," *Journal of Archaeological Science* 36, no. 2 (2009): s. 214-23, doi:10.1016/j.jas.2008.09.002.
36. J. Flenley ve P. Bahn, *The Enigmas of Easter Island* (Oxford University Press, 2002).
37. C. Roullier vd., "Historical Collections Reveal Patterns of Diffusion of Sweet Potato in Oceania Obscured by Modern Plant Movements and Recombination," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110, no. 6 (2013): s. 2205-10, doi:10.1073/pnas.1211049110
38. J. V. Moreno-Mayar vd., "Genome-Wide Ancestry Patterns in Rapanui Suggest Pre-European Admixture with Native Americans," *Current Biology* 24, no. 21 (2014): s. 2518-25, doi:10.1016/j.cub.2014.09.057.
39. D. F. Morey, "In Search of Paleolithic Dogs: A Quest with Mixed

- Results,” *Journal of Archaeological Science* 52 (2014): s. 300-307, doi:10.1016/j.jas.2014.08.015.
40. Shipman, “How Do You Kili 86 Mammoths?”
41. F. H. Lv vd., “Mitogenomic Meta-Analysis Identifies Two Phases of Migration in the History of Eastern Eurasian Sheep,” *Molecular Biology and Evolution* 32, no. 10 (2015): s. 2515-33, doi:10.1093/molbev/msv139.
42. J. Dodson vd., “Oldest Directly Dated Remains of Sheep in China,” *Scientific Reports* 4 (2014), doi:10.1038/srep07170.
43. P. Taberlet vd., “Conservation Genetics of Cattle, Sheep, and Goats,” *Comptes Rendus Biologies* 334, no. 3 (2011): s. 247-54, doi:10.1016/j.crvi.2010.12.007.
44. M. H. Moradi vd., “Genomic Scan of Selective Sweeps in Thin and Fat Tail Sheep Breeds for Identifying of Candidate Regions Associated with Fat Deposition,” *BMC Genetics* 13 (2012): s. 10, doi:10.1186/1471-2156-13-10.
45. J. Tilsley-Benham, “Sheep with Two Tails: Sheep’s Tail Fat as a Cooking Medium in the Middle East,” *Oxford Symposium on Food & Cookery, 1986: The Cooking Medium: Proceedings*, ed. T. Jaine (Prospect Books, 1987), s. 46-50.
46. N. Marom ve G. Bar-Oz, “The Prey Pathway: A Regional History of Cattle (*Bos taurus*) and Pig (*Sus scrofa*) Domestication in the Northern Jordan Valley, Israel,” *PLOS ONE* 8, no. 2 (2013): e55958, doi:10.1371/journal.pone.0055958.
47. J. E. Decker vd., “Worldwide Patterns of Ancestry, Divergence, and Admixture in Domesticated Cattle,” *PLOS Genetics* 10, no. 3 (2014), doi:10.1371/journal.pgen.1004254.
48. W. Haak vd., “Ancient DNA from European Early Neolithic Farmers Reveals Their Near Eastern Affinities,” *PLOS Biology* 8, no. 11 (2010): e1000536, doi:10.1371/journal.pbio.1000536; Q. M. Fu vd., “Complete Mitochondrial Genomes Reveal Neolithic Expansion into Europe,” *PLOS ONE* 7, no. 3 (2012), doi:10.1371/journal.pone.0032473.
49. R. Pinhasi vd., “Tracing the Origin and Spread of Agriculture in Europe,” *PLOS Biology* 3, no. 12 (2005): e410, doi:10.1371/journal.pbio.0030410.
50. A. Gibbons, “First Farmers’ Motley Roots,” *Science* 353, no. 6296 (2016): s. 207-8.
51. O. Hanotte vd., “African Pastoralism: Genetic Imprints of Origins and Migrations,” *Science* 296, no. 5566 (2002): s. 336-39, doi:10.1126/science.1069878.
52. L. A. F. Frantz vd., “Genome Sequencing Reveals Fine Scale Divergence and Reticulation History during Speciation in *Sus*,” *Genome Biology* 14, no. 9 (2013), doi:10.1186/gb-2013-14-9-r107.
53. G. Larson vd., “Worldwide Phylogeography of Wild Boar Reveals Multiple Centers of Pig Domestication,” *Science* 307, no. 5715 (2005): 1618-21.
54. G. S. Wu vd., “Population Phylogenomic Analysis of Mitochondrial DNA in Wild Boars and Domestic Pigs Revealed Multiple Domestication Events in East Asia,” *Genome Biology* 8, no. 11 (2007), doi:10.1186/gb-2007-8-11-r245.

55. G. Larson vd., "Phylogeny and Ancient DNA of *Sus* Provides Insights into Neolithic Expansion in Island Southeast Asia and Oceania," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104, no. 12 (2007): s. 4834-39, doi:10.1073/pnas.0607753104.
56. Watson, *The Whole Hog*.
57. J. Clutton-Brock, *A Natural History of Domesticated Mammals* (Cambridge University Press, 1999).
58. K. H. Roed vd., "Genetic Analyses Reveal Independent Domestication Origins of Eurasian Reindeer," *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 275, no. 1645 (2008): s. 1849-55, doi:10.1098/rspb.2008.0332.
59. C. Darwin, *The Variation of Animals and Plants under Domestication* (John Murray, 1868).
60. D. Adams, *The Restaurant at the End of the Universe* (Random House, 2008).
61. L. Trut vd., "Animal Evolution during Domestication: The Domesticated Fox as a Model," *Bioessays* 31, no. 3 (2009): s. 349-60, doi:10.1002/bies.200800070.
62. Age.
63. G. Larson ve D. Q. Fuller, "The Evolution of Animal Domestication," *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 45, no. 1 (2014): s. 115-36, doi:10.1146/annurev-ecolsys-110512-135813.
64. A. S. Wilkins vd., "The 'Domestication Syndrome' in Mammals: A Unified Explanation Based on Neural Crest Cell Behavior and Genetics," *Genetics* 197, no. 3 (2014): 795-808, doi:10.1534/genetics.114.165423.
65. A. Strohle ve A. Hahn, "Diets of Modern Hunter-Gatherers Vary Substantially in Their Carbohydrate Content Depending on Ecoenvironments: Results from an Ethnographic Analysis," *Nutrition Research* 31, no. 6 (2011): s. 429-35, doi:10.1016/j.nutres.2011.05.003; C. Higham, "Hunter-Gatherers in Southeast Asia: From Prehistory to the Present," *Human Biology* 85, no. 1-3 (2013): s. 21-43.

SEKİZİNCİ BÖLÜM

1. S. Proches vd., "Plant Diversity in the Human Diet: Weak Phylogenetic Signal Indicates Breadth," *Bioscience* 58, no. 2 (2008): s. 151-59, doi:10.1641/b580209.
2. G. Vandenborre vd., "Plant Lectins as Defense Proteins against Phytophagous Insects," *Phytochemistry* 72, no. 13 (2011): s. 1538-50, doi:10.1016/j.phytoc-hem.2011.02.024.
3. J. C. Rodhouse vd., "Red Kidney Bean Poisoning in the UK—An Analysis of 50 Suspected Incidents between 1976 and 1989," *Epidemiology and Infection* 105, no. 3 (1990): s. 485-91.
4. Baston yapılan lahana türü: <http://jerseyeveningpost.com/island-life/history-he-ritage/giant-cabbage/> (son erişim tarihi: 28 Nisan 2015).
5. L. H. Bailey, *The Survival of the Unlike: A Collection of Evolution Essays Suggested by the Study of Domestic Plants* (Macmillan, 1897).
6. Y. Bai ve P. Lindhout, "Domestication and Breeding of Tomatoes: What Have We Gained and What Can We Gain in the Future?," *Annals of Botany* 100, no. 5 (2007): s. 1085-94, doi:10.1093/aob/mcml50.

7. E. van der Knaap vd., "What Lies beyond the Eye: The Molecular Mechanisms Regulating Tomato Fruit Weight and Shape," *Frontiers in Plant Science* 5 (2014), doi:10.3389/fpls.2014.00227.
8. Bailey, *The Survival of the Unlike*, s. 485.
9. J. F. Hancock, *Plant Evolution and the Origin of Crop Species* (CABI, 2012).
10. J. A. Jenkins, "The Origin of the Cultivated Tomato," *Economic Botany* 2, no. 4 (1948): s. 379-92, doi:10.1007/BF02859492.
11. Hancock, *Plant Evolution and the Origin of Crop Species*.
12. S. D. Coe, *America's First Cuisines* (University of Texas Press, 1994).
13. heirloom domateslerin tohumlarının satışa sunulduğu websitesi: <http://www.heirloomtomatoes.net/Varieties.html> (son erişim tarihi: 16 Nisan 2015).
14. O. F. Cook, "Peru as a Çenter of Domestication: Tracing the Origin of Civilization through Domesticated Plants (continued)," *Journal of Heredity* 16, no. 3 (1925): 95-110.
15. N. Misarti vd., "Early Retreat of the Alaska Peninsula Glacier Complex and the Implications for Coastal Migrations of First Americans," *Quaternary Science Reviews* 48 (2012): s. 1-6, doi:10.1016/j.quascirev.2012.05.014.
16. T. D. Dillehay, "Battle of Monte Verde," *The Sciences* (Ocak/ Şubat 1997): s. 28-33.
17. T. D. Dillehay vd., "Monte Verde: Seaweed, Food, Medicine, and the Peopling of South America," *Science* 320, no. 5877 (2008): s. 784-86, doi:10.1126/scien-ce.1156533.
18. D. R. Piperno ve T. D. Dillehay, "Starch Grains on Human Teeth Reveal Early Broad Crop Diet in Northern Peru," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105, no. 50 (2008): s. 19622-27, doi:10.1073/pnas.0808752105.
19. T. D. Dillehay vd., "Pre-ceramic Adoption of Peanut, Squash, and Cotton in Northern Peru," *Science* 316, no. 5833 (2007): s. 1890-93, doi:10.1126/science.1141395.
20. D. M. Spooner vd., "Systematics, Diversity, Genetics, and Evolution of Wild and Cultivated Potatoes," *Botanical Review* 80, no. 4 (2014): s. 283-383, doi:10.1007/s12229-014-9146-y.
21. Age.
22. National Research Council, *Lost Crops of the Incas: Little-Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation* (National Academy Press, 1989).
23. K. L. Flanders vd., "Insect Resistance in Potatoes—Sources, Evolutionary Relationships, Morphological and Chemical Defenses, and Ecogeographical Associations," *Euphytica* 61, no. 2 (1992): s. 83-111, doi:10.1007/bf00026800.
24. G. M. Rauscher vd., "Characterization and Mapping of *RPI-b*, a Novel Potato Late Blight Resistance Gene from *Solanum berthaultii*" *Theoretical and Applied Genetics* 112, no. 4 (2006): s. 674-87, doi:10.1007/s00122-005-0171-4.
25. J. Reader, *The Untold History of the Potato* (Vintage, 2009).
26. Y. T. Hwang vd., "Evolution and Management of the Irish Potato Famine

Pat-hogen *Phytophthora infestans* in Canada and the United States,” *American Journal of Potato Research* 91, no. 6 (2014): s. 579-93, doi:10.1007/sl2230-014-9401-0.

T7. Reader, *The Untold History of the Potato*. garden dedicated to the sun: Age. 28. National Research Council, *Lost Crops of the Incas*.

29. Age.

30. K. M. Olsen ve B. A. Schaal, “Evidence on the Origin of Cassava: Phylogeography of *Manihot esculenta*” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 96, no. 10 (1999): s. 5586-91, doi:10.1073/pnas.96.10.5586.

31. M. Arroyo-Kalin, “The Amazonian Formative: Crop Domestication and Anthropogenic Soils,” *Diversity* 2, no. 4 (2010): s. 473-504, doi:10.3390/d2040473.

32. D. McKey vd., “Chemical Ecology in Coupled Human and Natural Systems: People, Manioc, Multitrophic Interactions and Global Change,” *Chemoecology* 20, no. 2 (2010): s. 109-33, doi:10.1007/s00049-010-0047-1.

33. C. C. Labandeira, “Early History of Arthropod and Vascular Plant Associations,” *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 26 (1998): s. 329-77, doi:10.1146/annurev.earth.26.1.329.

34. J. E. Rodman vd., “Parallel Evolution of Glucosinolate Biosynthesis Inferred from Congruent Nuclear and Plastid Gene Phylogenies,” *American Journal of Botany* 85, no. 7 (1998): s. 997-1006, doi:10.2307/2446366.

35. M. Traka and R. Mithen, “Glucosinolates, Isothiocyanates and Human Health,”

Phytochemistry Reviews 8, no. 1 (2009): s. 269-82, doi:10.1007/s11101-008-9103-7.

36. C. W. Wheat vd., “The Genetic Basis of a Plant- Insect Coevolutionary Key Innovation,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104, no. 51 (2007): s. 20427-31, doi:10.1073/pnas.0706229104.

37. M. F. Braby ve J. W. H. Trueman, “Evolution of Larval Host Plant Associations and Adaptive Radiation in Pierid Butterflies,” *Journal of Evolutionary Biology* 19, no. 5 (2006): s. 1677-90.

38. E. J. Stauber vd., “Turning the ‘Mustard Oil Bomb’ into a ‘Cyanide Bomb’: Aromatic Glucosinolate Metabolism in a Specialist Insect Herbivore,” *PLOS ONE* 7, no. 4 (2012), doi:10.1371/journal.pone.0035545.

39. T. Züst vd., “Natural Enemies Drive Geographic Variation in Plant Defenses,” *Science* 338, no. 6103 (2012): s. 116-19, doi:10.1126/science.1226397.

40. B. Pujol vd., “Microevolution in Agricultural Environments: How a Traditional Amerindian Farming Practice Favors Heterozygosity in Cassava (*Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiaceae),” *Ecology Letters* 8, no. 2 (2005): s. 138-47, doi:10.1111/j.1461-0248.2004.00708.x.

41. I. Ahuja vd., “Defence Mechanisms of Brassicaceae: Implications for Plant-Insect Interactions and Potential for Integrated Pest Management: A Review,” *Agro-nomy for Sustainable Development* 30, no. 2 (2010): s. 311-48, doi:10.1051/agro/2009025.

42. T. Arias vd., “Diversification Times among Brassica (Brassicaceae) Crops Suggest Hybrid Formation after 20 Million Years of Divergence,” *American*

Journal of Botany 101, no. 1 (2014): s. 86-91, doi:10.3732/ajb.l300312.
43. Hancock, *Plant Evolution and the Origin of Crop Species*.

DOKUZUNCU BÖLÜM

1. J. Keay, *The Spice Route: A History* (John Murray, 2005).
2. J. Turner, *Spice: The History of a Temptation* (Harper Perennial, 2005), s. 11.
3. A. Gilboa ve D. Namdar, "On the Beginnings of South Asian Spice Trade with the Mediterranean Region: A Review," *Radiocarbon* 57, no. 2 (2015): s. 265-83, doi:10.2458/azu_rc.57.18562.
4. D. Q. Fuller vd., "Across the Indian Ocean: The Prehistoric Movement of Plants and Animals," *Antiquity* 85, no. 328 (2011): s. 544-58.
5. Keay, *The Spice Route*.
6. Gilboa ve Namdar, "On the Beginnings of South Asian Spice Trade."
7. P. W. Sherman ve J. Billing, "Darwinian Gastronomy: Why We Use Spices," *Bioscience* 49, no. 6 (1999): s. 453-63, doi:10.2307/1313553.
8. Keay, *The Spice Route*.
9. Allium-. E. Block, *Garlic and Other Alliums: The Lore and the Science* (Royal Society of Chemistry Publications, 2010).
10. N. Theis ve M. Lerda, "The Evolution of Function in Plant Secondary Metabolites," *International Journal of Plant Sciences* 164, no. 3 (Mayıs 2003): S93-S102.
11. R. Firn, *Nature's Chemicals: The Natural Products That Shaped Our World* (Oxford University Press, 2010).
12. S. Steiger vd., "The Origin and Dynamic Evolution of Chemical Information Transfer," *Proceedings of the Royal Society of London: Series B, Biological Sciences* 278, no. 1708 (2011): s. 970-79, doi:10.1098/rspb.2010.2285.
13. Firn, *Nature's Chemicals*.
14. J. D. Thompson, *Plant Evolution in the Mediterranean* (Oxford University Press, 2005).
15. J. Thompson vd., "Evolution of a Genetic Polymorphism with Climate Change in a Mediterranean Landscape," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110, no. 8 (2013): s. 2893-97, doi:10.1073/pnas.1215833110; J. D. Thompson vd., "Ongoing Adaptation to Mediterranean Climate Extremes in a Chemically Polymorphic Plant," *Ecological Monographs* 77, no. 3 (2007): 421-39, doi:10.1890/06-1973.1.
16. Thompson, *Plant Evolution in the Mediterranean*.
17. D. Julius, "TRP Channels and Pain," *Annual Review of Cell and Developmental Biology* 29 (2013): s. 355-84, doi:10.1146/annurev-cellbio-101011-155833.
18. F. Viana, "Chemosensory Properties of the Trigeminal System," *ACS Chemical Neuroscience* 2, no. 1 (2011): s. 38-50, doi:10.1021/cnl00102c.
19. Age.
20. J. Siemens vd., "Spider Toxins Activate the Capsaicin Receptor to Produce Inflammatory Pain," *Nature* 444, no. 7116 (2006): s. 208-12, doi:10.1038/nature05285.
21. S. F. Pedersen vd., "TRP Channels: An Overview," *Celi Calcium* 38, nos. 3-4 (2005): s. 233-52, doi:10.1016/j.ceca.2005.06.028.

22. E. Carstens vd., "It Hurts So Good: Oral Irritation by Spices and Carbonated Drinks and the Underlying Neural Mechanisms," *Food Quality and Preference* 13, nos. 7-8 (Ekim-Aralık 2002): s. 431-43.
23. S. Saito ve M. Tominaga, "Functional Diversity and Evolutionary Dynamics of ThermoTRP Channels," *Celi Calcium* 57, no. 3 (2015): s. 214-21, doi:10.1016/j. ceca.2014.12.001.
24. S. E. Jordt ve D. Julius, "Molecular Basis for Species-Specific Sensitivity to 'Hot' Chili Peppers," *Celi* 108, no. 3 (2002): s. 421-30, doi:10.1016/s0092-8674(02)00637-2.
25. J. J. Tewksbury ve G. P. Nabhan, "Seed Dispersal— Directed Deterrence by Capsaicin in Chillies," *Nature* 412, no. 6845 (2001): s. 403-4.
26. C. Stewart vd., "Genetic Control of Pungency in *C. chin- ense* via the *Punl* Locus," *Journal of Experimental Botany* 58, no. 5 (2007): s. 979-91, doi:10.1093/ jxb/erl243.
27. J. J. Tewksbury vd., "Evolutionary Ecology of Pungency in Wild Chillies," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105, no. 33 (2008): s. 11808-11, doi:10.1073/pnas.0802691105.
28. D. C. Haak vd., "Why Are Not Ali Chillies Hot? A Trade-Off Limits Pungency," *Proceedings of the Royal Society of London: Series B, Biological Sciences* 279 no. 1735 (2012): s. 2012-17, doi:10.1098/rspb.2011.2091.

ONUNCU BÖLÜM

1. Fred Plotkin'in Royal Opera House, Covent Garden'da opera ve yemek hakkında verilen ustalık dersinde anlatıldığı ve BBC Radio 4 Food Programme'da yayınlandığı şekilde, 13 Temmuz 2014, [http:// www.bbc.co.uk/programmes/ b04951ml](http://www.bbc.co.uk/programmes/b04951ml) (son erişim tarihi: 12 Mart 2014).
2. P. H. Moore vd., "Sugarcane: The Crop, the Plant, and Domestication," in *Sugarcane: Physiology, Biochemistry, and Punctional Biology* (John Wiley & Sons, 2013), s. 1-17.
3. A. N. Crittenden, "The Importance of Honey Consumption in Human Evolution," *Food and Foodways* 19, no. 4 (2011): s. 257-73, doi:10.1080/0740971 0.2011.630618.
4. F. W. Marlowe vd., "Honey, Hadza, Hunter- Gatherers, and Human Evolution," *Journal of Human Evolution* 71 (2014): s. 119-28, doi:10.1016/j. jhevol.2014.03.006.
5. H. A. Isack ve H.-U. Reyer, "Honeyguides and Honey Gatherers: Interspecific Communication in a Symbiotic Relationship," *Science* 243, no. 4896 (1989): s. 1343-46, doi:10.1126/science.243.4896.1343.
6. B. M. Wood vd., "Mutualism and Manipulation in Hadza- Honeyguide Interactions," *Evolution and Human Behavior* 35, no. 6 (2014): s. 540-46, doi:10.1016/j.evolhumbehav.2014.07.007.
7. T. S. Kraft ve V. V. Venkataraman, "Could Plant Extracts Have Enabled Hominins to Acquire Honey before the Control of Fire?," *Journal of Human Evolution* 85 (2015): s. 65-74, doi:10.1016/j.jhevol.2015.05.010.
8. A. Mayor, "Mad Honey!," *Archaeology* 48, no. 6 (1995): s. 32-40, doi:10.2307/41771162.
9. A. Demircan vd., "Mad Honey Sex: Therapeutic Misadventures from an

- Ancient Biological Weapon,” *Annals of Emergency Medicine* 54, no. 6 (2009): s. 824-29, <http://dx.doi.org/10.1016/j.annemergmed.2009.06.010>.
10. C. L. Ogden vd., “Prevalence of Childhood and Adult Obesity in the United States (2011-2012),” *JAMA* 311, no. 8 (2014): s. 806-14, doi:10.1001/jama.2014.732.
11. M. Ng vd., “Global, Regional, and National Prevalence of Overweight and Obesity in Children and Adults during 1980-2013: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2013,” *The Lancet* 384, no. 9945 (2014): s. 766-81, doi:10.1016/s0140-6736(14)60460-8.
12. A. Sonntag vd. 2014 *Global Hunger Index: The Challenge of Hidden Hunger* (International Food Policy Research Institute, 2014).
13. J. V. Neel, “Diabetes Mellitus—a Thrifty Genotype Rendered Detrimental by Progress,” *American Journal of Human Genetics* 14, no. 4 (1962): s. 353-57.
14. J. C. Berbesque vd., “Hunter-Gatherers Have Less Famine than Agriculturalists,” *Biology Letters* 10, no. 1 (2014), doi:10.1098/rsbl.2013.0853.
15. J. R. Speakman, “Genetics of Obesity: Five Fundamental Problems with the Famine Hypothesis,” in *Adipose Tissue and Adipokines in Health and Disease*, 2. baskı ed., ed. G. Fantuzzi ve C. Braunschweig (Springer, 2014), 169-86.
16. E. A. Brown, “Genetic Explorations of Recent Human Metabolic Adaptations: Hypotheses and Evidence,” *Biological Reviews* 87, no. 4 (2012): s. 838-55, doi:10.1111/j.1469-185X.2012.00227.x; Q. Ayub vd., “Revisiting the Thrifty Gene Hypothesis via 65 Loci Associated with Susceptibility to Type 2 Diabetes,” *American Journal of Human Genetics* 94, no. 2 (2014): s. 176-85, doi: 10.1016/j.ajhg.2013.12.010.
17. L. Segurel vd., “Positive Selection of Protective Variants for Type 2 Diabetes from the Neolithic Onward: A Case Study in Central Asia,” *European Journal of Human Genetics* 21, no. 10 (2013): s. 1146-51, doi:10.1038/ejhg.2012.295.
18. R. H. Lustig, *Fat Chance: Beating the Odds against Sugar, Processed Food, Obesity, and Disease* (Penguin, 2012).
19. Age., s. 21.
20. H. Pontzer vd., “Constrained Total Energy Expenditure and Metabolic Adaptation to Physical Activity in Adult Humans,” *Current Biology* 26, no. 3 (8 Şubat 2016): s. 410-17, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2015.12.046>.
21. C. Spence ve B. Piqueras-Fiszman, *The Perfect Meal: The Multisensory Science of Food and Dining* (Wiley Blackwell, 2014).
22. R. H. Lustig vd., “Isocaloric Fructose Restriction and Metabolic Improvement in Children with Obesity and Metabolic Syndrome,” *Obesity* 24, no. 2 (Şubat 2016), doi:10.1002/oby.21371.
23. R. H. Lustig vd., “The Toxic Truth about Sugar,” *Nature* 482, no. 7383 (2012): s. 27, doi:10.1038/482027a.
24. M. Zuk, *Paleofantasy: What Evolution Really Tells Us about Sex, Diet, and How We Live* (Norton, 2013).

ON BİRİNCİ BÖLÜM

1. C. Darwin, *The Origin of Species by Means of Natural Selection* (ilk baskının yeni basımı; Penguin, 1859).
2. Aktaran O. T. Oftedal, "The Mammary Gland and Its Origin during Synapsid Evolution," *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia* 7, no. 3 (2002).
3. C. M. Lefevre vd., "Evolution of Lactation: Ancient Origin and Extreme Adaptations of the Lactation System," *Annual Review of Genomics and Human Genetics* 11 (2010): s. 219-38, doi:10.1146/annurev-genom-082509-141806; O. T. Oftedal ve D. Dhoulilly, "Evo-Devo of the Mammary Gland," *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia* 18, no. 2 (2013): s. 105-20, doi:10.1007/s10911-013-9290-8.
4. O. T. Oftedal, "The Evolution of Milk Secretion and Its Ancient Origins," *Animal* 6, no. 3 (2012): s. 355-68, doi:10.1017/sl751731111001935.
5. C. Holt and J. A. Carver, "Darwinian Transformation of a 'Scarcely Nutritious Fluid' into Milk," *Journal of Evolutionary Biology* 25, no. 7 (2012): s. 1253-63, doi:10.1111/j.1420-9101.2012.02509.x.
6. R. P. Evershed vd., "Earliest Date for Milk Use in the Near East and Southeastern Europe Linked to Cattle Herding," *Nature* 455, no. 7212 (2008): s. 528-31, doi:10.1038/nature07180.
7. M. Salque vd., "Earliest Evidence for Cheese Making in the Sixth Millennium bc in Northern Europe," *Nature* 493, no. 7433 (2013): ss. 522-25, doi:10.1038/nature11698.
8. J. Burger vd., "Absence of the Lactase-Persistence-Associated Allele in Early Neolithic Europeans," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104, no. 10 (2007): s. 3736-41, doi:10.1073/pnas.0607187104.
9. Y. Itan vd., "The Origins of Lactase Persistence in Europe," *PLOS Computational Biology* 5, no. 8 (2009), doi:10.1371/journal.pcbi.1000491.
10. A. Curry, "The Milk Revolution," *Nature* 500 (2013): s. 20-22.
11. O. O. Sverrisdottir vd., "Direct Estimates of Natural Selection in Iberia Indicate Calcium Absorption Was Not the Only Driver of Lactase Persistence in Europe," *Molecular Biology and Evolution* 31, no. 4 (2014): 975-83, doi:10.1093/molbev/msu049.
12. N. S. Enattah vd., "Independent Introduction of Two Lactase-Persistence Alleles into Human Populations Reflects Different History of Adaptation to Milk Culture," *American Journal of Human Genetics* 82, no. 1 (2008): 57-72, doi:10.1016/j.ajhg.2007.09.012.
13. L. Quigley, "High-Throughput Sequencing for Detection of Subpopulations of Bacteria Not Previously Associated with Artisanal Cheeses," *Applied and Environmental Microbiology* 78 (2012): s. 5717-23.
14. B. E. Wolfe vd., "Cheese Rind Communities Provide Tractable Systems for In Situ and In Vitro Studies of Microbial Diversity," *Celi* 158, no. 2 (2014): s. 422-33, doi:10.1016/j.cell.2014.05.041.
15. Y. J. Goh vd., "Specialized Adaptation of a Lactic Acid Bacterium to the Milk Environment: The Comparative Genomics of *Streptococcus thermophilus* LMD-9," *Microbial Cell Factories* 10 (2011), doi:10.1186/1475-2859-10-sl-

s22.

16. J. Ropars vd., "A Taxonomic and Ecological Overview of Cheese Fungi," *International Journal of Food Microbiology* 155, no. 3 (2012): s. 199-210, doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2012.02.005.
17. G. Gillot vd., "Insights into *Penicillium roqueforti* Morphological and Genetic Diversity," *PLOS ONE* 10, no. 6 (2015), doi:10.1371/journal.pone.0129849.
18. L. Quigley vd., "The Complex Microbiota of Raw Milk," *FEMS Microbiology Reviews* 37 (2013): s. 664-98, doi:10.1111/1574-6976.12030.
19. T. P. Beresford vd., "Recent Advances in Cheese Microbiology," *International Dairy Journal* 11 (2001): s. 259-74.
20. E. J. Smid ve M. Kleerebezem, "Production of Aroma Compounds in Lactic Fermentations," *Annual Review of Food Science and Technology* 5, ed. M. P. Doyle ve T. R. Klaenhammer (2014): s. 313-26.
21. D. Cavanagh vd., "From Field to Fermentation: The Origins of *Lactococcus lactis* and Its Domestication to the Dairy Environment," *Food Microbiology* 47 (2015): s. 45-61, doi:10.1016/j.fm.2014.11.001.
22. H. Bachmann vd., "Microbial Domestication Signatures of *Lactococcus lactis* Can Be Reproduced by Experimental Evolution," *Genome Research* 22, no. 1 (2012): s. 115-24, doi:10.1101/gr.121285.111.
23. Darwin, *The Origin of Species*, bölüm 5.
24. E. J. Smid ve C. Lacroix, "Microbe-Microbe Interactions in Mixed Culture Food Fermentations," *Current Opinion in Biotechnology* 24, no. 2 (2013): s. 148-54, doi:10.1016/j.copbio.2012.11.007.
25. K. Papadimitriou vd., "How Microbes Adapt to a Diversity of Food Niches," *Current Opinion in Food Science* 2 (2015): s. 29-35, doi:10.1016/j.cofs.2015.01.001.
26. P. D. Cotter vd., "Bacteriocins: Developing Innate Immunity for Food," *Nature Reviews Microbiology* 3, no. 10 (2005): s. 777-88.
27. K. Cheeseman vd., "Multiple Recent Horizontal Transfers of a Large Genomic Region in Cheese Making Fungi," *Nature Communications* 5 (2014): s. 2876, doi:10.1038/ncomms3876.

ON İKİNCİ BÖLÜM

1. N. A. Bokulich vd., "Microbial Biogeography of Wine Grapes Is Conditioned by Cultivar, Vintage, and Climate," *Proceedings of the National Academy of Science USA* (2013), doi:10.1073/pnas.1317377110.
2. I. Tattersall and R. DeSalle, *A Natural History of Wine* (Yale University Press, 2015).
3. A. Hagman vd., "Yeast 'Make-Accumulate- Consume' Life Strategy Evolved as a Multi-Step Process That Predates the Whole Genome Duplication," *PLOS ONE* 8, no. 7 (2013), doi:10.1371/journal.pone.0068734. two *ADH* genes: J. M. Thomson vd., "Resurrecting Ancestral Alcohol Dehydrogenases from Yeast," *Nature Genetics* 37, no. 6 (2005): s. 630-35.
4. M. A. Carrigan vd., "Hominids Adapted to Metabolize Ethanol Long before Human-Directed Fermentation," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112, no. 2 (2015): s. 458-63,

doi:10.1073/ pnas.1404167111.

5. ADH4 380 aminoasitten oluşur: <http://www.uniprot.org/uniprot/P08319#sequences> (son erişim tarihi: 27 Aralık 2015).

6. N. J. Dominy, "Ferment in the Family Tree," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112, no. 2 (2015): s. 308-9, doi:10.1073/pnas.1421566112.

7. R. Dudley, *The Drunken Monkey: Why We Drink and Abuse Alcohol* (University of California Press, 2014).

8. T. D. Hurley ve H. J. Edenberg, "Genes Encoding Enzymes Involved in Ethanol Metabolism," *Alcohol Research: Current Reviews* 34, no. 3 (2012): s. 339-44.

9. D. W. Li vd., "Strong Association of the Alcohol Dehydrogenase 1B Gene (*ADH1B*) with Alcohol Dependence and Alcohol-Induced Medical Diseases," *Biological Psychiatry* 70, no. 6 (2011): s. 504-12, doi:10.1016/j.biopsych.2011.02.024.

10. M. V. Holmes vd., "Association between Alcohol and Cardio-vascular Disease: Mendelian Randomisation Analysis Based on Individual Participant Data," *BMJ* 349 (2014), doi:10.1136/bmj.g4164.

11. Hurley ve Edenberg, "Genes Encoding Enzymes Involved in Ethanol Metabolism."

12. http://en.wikipedia.org/wiki/Coprinopsis_atramentaria#Toxicity (son erişim tarihi: 30 Aralık 2015).

13. M. Konkit vd., "Alcohol Dehydrogenase Activity in *Lactococcus chunganensis*. Application in Cream Cheese to Moderate Alcohol Uptake," *Journal of Dairy Science* 98, no. 9 (2015): s. 5974-82, doi:10.3168/jds.2015-9697.

14. B. Hayden vd., "What Was Brewing in the Natufian? An Archaeological Assessment of Brewing Technology in the Epipaleolithic," *Journal of Archaeological Method and Theory* 20, no. 1 (2013): s. 102-50, doi:10.1007/s10816-011-9127-y.

15. P. E. McGovern vd., "Fermented Beverages of Pre- and Proto-Historic China," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101, no. 51 (2004): s. 17593-98.

16. P. This vd., "Historical Origins and Genetic Diversity of Wine Grapes," *Trends in Genetics* 22, no. 9 (2006): s. 511-19, doi:10.1016/j.tig.2006.07.008.

17. P. E. McGovern vd., "Neolithic Resinated Wine," *Nature* 381, no. 6582 (1996): s. 480-81, doi:10.1038/381480a0.

18. H. Barnard vd., "Chemical Evidence for Wine Production around 4000 bce in the Late Chalcolithic Near Eastern Highlands," *Journal of Archaeological Science* 38, no. 5 (2011): s. 977-84, doi:10.1016/j.jas.2010.11.012.

19. Ian Tattersall ve Rob DeSalle: Tattersall and DeSalle, *A Natural History of Wine*. genetics does corroborate: S. Myles vd., "Genetic Structure and Domestication History of the Grape," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108, no. 9 (2011): s. 3530-35, doi:10.1073/ pnas.1009363108.

20. R. Arroyo-Garcia vd., "Multiple Origins of Cultivated Grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *sativa*) Based on Chloroplast DNA Polymorphisms," *Molecular*

- Ecology* 15, no. 12 (2006): s. 3707-14, doi:10.1111/j.1365-294X.2006.03049.x.
21. S. Imazio vd., "From the Cradle of Grapevine Domestication: Molecular Overview and Description of Georgian Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Germplasm," *Tree Genetics and Genomes* 9, no. 3 (2013): s.641-58, doi:10.1007/S11295-013-0597-9.
 22. J. C. Santana vd., "Genetic Structure, Origins, and Relationships of Grapevine Cultivars from the Castilian Plateau of Spain," *American Journal of Enology and Viticulture* 61, no. 2 (2010): s. 214-24.
 23. G. Carrier vd., "Transposable Elements Are a Major Cause of Somatic Polymorphism in *Vitis vinifera* L." *PLOS ONE* 7, no. 3 (2012), doi:10.1371/journal.pone.0032973.
 24. O. Jaillon vd., "The Grapevine Genome Sequence Suggests Ancestral Hexaploidization in Major Angiosperm Phyla," *Nature* 449, no. 7161 (2007): s. 463-67, doi:10.1038/nature06148.
 25. F. Pelsy vd., "Chromosome Replacement and Deletion Lead to Clonal Polymorphism of Berry Color in Grapevine," *PLOS Genetics* 11, no. 4 (2015): e1005081, doi:10.1371/journal.pgen.1005081.
 26. S. Kobayashi vd., "Retrotransposon-Induced Mutations in Grape Skin Color," *Science* 304, no. 5673 (2004): s. 982, doi:10.1126/science.1095011.
 27. A. Fournier-Level vd., "Evolution of the VvMybA Gene Family, the Major Determinant of Berry Colour in Cultivated Grapevine (*Vitis vinifera* L.)," *Heredity* 104, no. 4 (2010): s. 351-62, doi:10.1038/hdy.2009.148.
 28. C. Campbell, *The Botanist and the Vintner* (Algonquin Books, 2004).
 29. Age.
 30. J. Granett vd., "Biology and Management of Grape Phylloxera," *Annual Review of Entomology* 46 (2001): s. 387-412, doi:10.1146/annurev.ento.46.1.387.
 31. X. M. Zhong vd., "'Cabernet Gernischt' Is Most Likely to Be 'Carmenere,'" *Vitis* 51, no. 3 (2012).
 32. J. L. Legras vd., "Bread, Beer and Wine: *Saccharomyces cerevisiae* Diversity Reflects Human History," *Molecular Ecology* 16, no. 10 (2007): s. 2091-102, doi:10.1111/j.1365-294X.2007.03266.x; G. Liti vd., "Population Genomics of Domestic and Wild Yeasts," *Nature* 458, no. 7236 (2009): s. 337-41, doi:10.1038/nature07743.
 33. K. E. Hyma ve J. C. Fay, "Mixing of Vineyard and Oak-Tree Ecotypes of *Saccharomyces cerevisiae* in North American Vineyards," *Molecular Ecology* 22, no. 11 (2013): s. 2917-30, doi:10.1111/mec.12155.
 34. I. Stefanini vd., "Role of Social Wasps in *Saccharomyces cerevisiae* Ecology and Evolution," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109, no. 33 (2012): 13398, doi:10.1073/pnas.1208362109.
 35. http://www.rogue.com/rogue_beer/beard-beer/ (son erişim tarihi: 6 Ocak 2016).
 36. S. Marsit ve S. Dequin, "Diversity and Adaptive Evolution of *Saccharomyces* Wine Yeast: A Review," *FEMS Yeast Research* 15, no. 7 (2015), doi:10.1093/femsyr/fov067.
 37. H. Alexandre, "Flor Yeasts of *Saccharomyces cerevisiae*—Their Ecology, Genetics and Metabolism," *International Journal of Food Microbiology* 167,

no. 2 (2013): s. 269-75, doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2013.08.021.

38. J. Wendland, "Lager Yeast Comes of Age," *Eukaryotic Celi* 13, no. 10 (2014): s. 1256-65, doi:10.1128/EC.00134-14.

ON ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

1. J. McCann, *Stirring the Pot: A History of African Cuisine* (C. Hurst, 2010).

2. <http://www.wolframalpha.com/input/?i=cattle+per+capita+in+African+countries> (son erişim tarihi: 29 Ocak 2016).

3. McCann, *Stirring the Pot*, s. 74.

4. P. Webb ve J. Von Braun, *Famine and Food Security in Ethiopia: Lessons for Africa* (John Wiley & Sons Canada, 1994).

5. S. Devereux, *Famine in the Twentieth Century* (Institute of Development Studies, 2000).

6. Webb ve Von Braun, *Famine and Food Security in Ethiopia*.

7. <http://news.bbc.co.Uk/1/hi/world/africa/703958.stm> (son erişim tarihi 17 Ocak 2016).

8. C. Darwin, *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex* (J. Murray, 1901).

9. M. Kohn, *A Reason for Everything* (Faber & Faber, 2004), 281.

10. R. Clark,/. B. S.: *The Life and Work of J. B. S. Haldane* (Bloomsbury, 2011).

11. Karşılaştırmalı araştırmalar: R. Kurzban vd., "The Evolution of Altruism in Humans," *Annual Review of Psychology* 66, ed. S. T. Fiske (2015): s. 575-99.

12. Kohn, *A Reason for Everything*, s. 272.

13. A. V. Jaeggi ve C. P. Van Schaik, "The Evolution of Food Sharing in Primates," *Behavioral Ecology and Sociobiology* 65, no. 11 (2011): s. 2125-40, doi:10.1007/s00265-011-1221-3.

14. M. Ridley, *The Origins of Virtue* (Viking, 1996).

15. A. Dalby ve S. Grainger, *The Classical Cookbook* (British Museum Press, 1996), s. 100.

16. M. Gurven, "To Give and to Give Not: The Behavioral Ecology of Human Food Transfers," *Behavioral and Brain Sciences* 27, no. 4 (2004): s. 543-83; A. V. Jaeggi and M. Gurven, "Reciprocity Explains Food Sharing in Humans and Other Primates Independent of Kin Selection and Tolerated Scrounging: A Phylogenetic Meta-Analysis," *Proceedings of the Royal Society of London: Series B, Biological Sciences* 280, no. 1768 (2013), doi:10.1098/rspb.2013.1615.

17. T. Clutton-Brock, "Cooperation between Non-Kin in Animal Societies," *Nature* 461, no. 7269 (2009): s. 51-57.

18. M. Tomasello vd., "Two Key Steps in the Evolution of Human Cooperation: The Interdependence Hypothesis," *Current Anthropology* 53, no. 6 (2012): s. 673-92, doi:10.1086/668207.

19. I. C. Gilby, "Meat Sharing among the Gömbe Chimpanzees: Harassment and Reciprocal Exchange," *Animal Behaviour* 71 (2006): s. 953-63, doi:10.1016/j.anbehav.2005.09.009.

20. Age.

21. R. M. Wittig vd., "Food Sharing Is Linked to Urinary Oxytocin Levels and Bonding in Related and Unrelated Wild Chimpanzees," *Proceedings of the Royal Society of London: Series B, Biological Sciences* 281, no. 1778

(2014), doi:10.1098/rspb.2013.3096.

22. Tomasello vd., "Two Key Steps in the Evolution of Human Cooperation."

23. J. M. Engelmann vd., "The Effects of Being Watched on Resource Acquisition in Chimpanzees and Human Children," *Animal Cognition* 19, no. 1 (2016): s. 147-51, doi:10.1007/s10071-015-0920-y.

24. M. Bateson vd., "Cues of Being Watched Enhance Cooperation in a Real-World Setting," *Biology Letters* 2, no. 3 (2006): s. 412-14, doi:10.1098/rsbl.2006.0509.

25. W. Shakespeare, *Othello*, in *Complete Works of William Shakespeare RSC Edition*, ed. J. Bate ve E. Rasmussen (Macmillan, 2006), 3.3.

26. A. Soyer, *The Pantropheon: Or, a History of Food and Its Preparation in Ancient Times* (Paddington Press, 1977).

27. www.dailymail.co.uk/news/article-502605/It-serves-125-takes-hours-cook-stuffed-12-different-birds-really-IS-Christmas-dinner.html (son erişim tarihi: 9 Şubat 2016).

28. Ridley, *The Origins of Virtue*.

29. B. Hayden, *The Power of Feasts* (Cambridge University Press, 2014).

ON DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

1. A. J. Challinor vd., "A Meta-Analysis of Crop Yield under Climate Change and Adaptation," *Nature Climate Change* 4, no. 4 (2014): s. 287-91, doi:10.1038/nclimate2153.

2. B. McKersie, "Planning for Food Security in a Changing Climate," *Journal of Experimental Botany* 66, no. 12 (2015): s. 3435-50, doi:10.1093/jxb/eru547.

3. A. D. Hope, "Conversations with Calliope," in *Collected Poems, 1930-1970* (Angus and Robertson, 1972), <http://www.poetrylibrary.edu.au/poets/hope-a-d/conversation-with-calliope-0146087> (son erişim tarihi: 20 Şubat 2016).

4. P. R. Ehrlich, *The Population Bomb* (Ballantine, 1968)

5. D. H. Meadows, *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind* (Earth Island Ltd., 1972).

6. L. T. Evans, *Feeding the Ten Billion: Plants and Population Growth* (Cambridge University Press, 1998).

7. J. R. Stevenson vd., "Green Revolution Research Saved an Estimated 18 to 27 Million Hectares from Being Brought into Agricultural Production," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States* 110, no. 21 (2013): s. 8363.

8. N. Borlaug, "Norman Borlaug—Nobel Lecture: The Green Revolution, Peace, and Humanity," 1970, http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/peace/laureates/1970/borlaug-lecture.html (accessed February 20, 2016).

9. Evans, *Feeding the Ten Billion*.

10. D. K. Ray vd., "Yield Trends Are Insufficient to Double Global Crop Production by 2050," *PLOS ONE* 8, no. 6 (2013), doi:10.1371/journal.pone.0066428.

11. M. Kummu vd., "Lost Food, Wasted Resources: Global Food Supply Chain Losses and Their Impacts on Freshwater, Cropland, and Fertiliser Use," *Science*

- of the Total Environment 438 (2012): s. 477-89, doi:10.1016/j.scitotenv.2012.08.092.
12. V. Smil, *Should We Eat Meat? Evolution and Consequences of Modern Carnivory* (Wiley-Blackwell, 2013).
13. A. Sasaki vd., "Green Revolution: A Mutant Gibberellin-Synthesis Gene in Rice—New Insight into the Rice Variant That Helped to Avert Famine over Thirty Years Ago," *Nature* 416, no. 6882 (2002): s. 701-2, doi:10.1038/416701a.
14. R. Munns vd., "Wheat Grain Yield on Saline Soils Is Improved by an Ancestral Na⁺ Transporter Gene," *Nature Biotechnology* 30, no. 4 (2012): s. 360-64, doi:10.1038/nbt.2120.
15. S. P. Long vd., "Meeting the Global Food Demand of the Future by Engineering Crop Photosynthesis and Yield Potential," *Celi* 161, no. 1 (2015): s. 56-66, doi:10.1016/j.cell.2015.03.019; J. Kromdijk vd., "Improving Photosynthesis and Crop Productivity by Accelerating Recovery from Photoprotection," *Science* 354, no. 6314 (2016): s. 857-61, doi:10.1126/science.aai8878.
16. P. Ronald and R. W. Adamchak, *Tomorrow's Table: Organic Farming, Genetics, and the Future of Food*, 2nd ed. (Oxford University Press, 2017).
17. C. Funk ve L. Rainie, "Public Opinion about Food," in *Americans, Politics and Science Issues* (Pew Research Center, 2015).
18. W. Saletan, "Unhealthy Fixation," *Slate.com*, 15 Temmuz 2015, http://www.slate.com/articles/health_and_science/science/2015/07/are_gmos_safe_yes_the_case_against_them_is_full_of_fraud_lies_and_errors.html (son erişim tarihi: 19 Ağustos 2016).
19. A. Nicolai vd., "An Overview of the Last 10 Years of Genetically Engineered Crop Safety Research," *Critical Reviews in Biotechnology* 34, no. 1 (2014): 77-88, doi:10.3109/07388551.2013.823595.
20. H. van Bakkum and W. Pelegrina, "Food Security Can't Wait for GE's Empty Promises," 30 Haziran 2016, <http://www.greenpeace.org/international/en/news/Blogs/makingwaves/food-security-GE-empty-promises/blog/56913/> (son erişim tarihi: 20 Ağustos 2016).
21. National Academies of Sciences Engineering and Medicine, *Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects* (National Academies Press, 2016), doi:10.17226/23395.
22. D. Gonsalves, "Control of Papaya Ringspot Virus in Papaya: A Case Study," *Annual Review of Phytopathology* 36 (1998): s. 415-37, doi:10.1146/annurev.phyto.36.1.415.
23. S. N. Davidson, "Forbidden Fruit: Transgenic Papaya in Thailand," *Plant Physiology* 147, no. 2 (2008): s. 487-93, doi:10.1104/pp.108.116913.
24. Saletan, "Unhealthy Fixation."
25. R. L. Paarlberg, *Starved for Science: How Biotechnology Is Being Kept Out of Africa* (Harvard University Press, 2008).
26. E. Hallerman ve E. Grabau, "Crop Biotechnology: A Pivotal Moment for Global Acceptance," *Food and Energy Security* 5, no. 1 (2016): s. 3-17, doi:10.1002/fes3.76.

27. Ronald ve Adamchak, *Tomorrou/s Table*.
 28. M. Lynas, "How I Got Converted to GMO Food," *New York Times*, 24 Nisan 2015.
 29. N. Johnson, "It's Practically Impossible to Define 'GMOs,'" 21 Aralık 2015, <https://grist.org/food/mind-bomb-its-practically-impossible-to-define-gmos/> (son erişim tarihi: 20 Mart 2016).
 30. M. Van Montagu, "It Is a Long Way to GM Agriculture," *Annual Review of Plant Biology* 62 (2011): s. 1-23, doi:10.1146/annurev-arplant-042110-103906.
 31. T. Kyndt vd., "The Genome of Cultivated Sweet Potato Contains *Agrobacterium* T-DNAs with Expressed Genes: An Example of a Naturally Transgenic Food Crop," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112, no. 18 (2015): s. 5844-49, doi:10.1073/pnas.1419685112.
 32. J. A. Doudna ve E. Charpentier, "The New Frontier of Genome Engineering with CRISPR-Cas9," *Science* 346, no. 6213 (2014), doi:10.1126/science.1258096.
 33. S. Huang vd., "A Proposed Regulatory Framework for Genome-Edited Crops," *Nature Genetics* 48, no. 2 (2016): s. 109-11, doi:10.1038/ng.3484, <http://www.nature.com/ng/journal/v48/n2/abs/ng.3484.html#supplementary-information> (son erişim tarihi: 12 Mart 2014).
 34. C. T. McEvoy vd., "Vegetarian Diets, Low-Meat Diets and Health: A Review," *Public Health Nutrition* 15, no. 12 (2012): s. 2287-94, doi:10.1017/S1368980012000936.
 35. D. Bateson and W. Janevay, *Mrs. Charles Darwin's Recipe Book: Revived and illustrated* (Glitterati, 2008).
- HARİTA KAYNAKÇASI**
- Harita 1. Haritada gösterilen bulguların yerleri ve olaylar 2. ve 3. bölümlerde adı geçen orijinal kaynaklardan alınmıştır.
- Harita 2. Haritada gösterilen rotalar, S. Oppenheimer, "Out-of-Africa, the Peopling of Continents and Islands: Tracing Uniparental Gene Trees across the Map," *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 367, no. 1590 (2012): s. 770-84, Şekil 1'deki rotalar temel alınarak çizilmiştir. Tarihler Oppenheimer'dan ve 3. bölümde adı geçen, daha yakın tarihli kaynaklardan alınmıştır.
- Harita 3. D. Q. Fuller vd., "Cultivation and Domestication Had Multiple Origins: Arguments against the Core Area Hypothesis for the Origins of Agriculture in the Near East," *World Archaeology* s. 43'te yer alan Şekil 1 temel alınarak çizilmiştir, no. 4 (2011): 628-52. Ek bilgiler 4. bölümde adı geçen kaynaklardan alınmıştır.
- Harita 4. Rusça aslından Doris Löve tarafından tercüme edilen, N. I. Vavilov, *Five Continents* by Nicolai Ivanovich Vavilov, (IPGRI; VIR, 1997) adlı kitabındaki Vavilov'un seyahat haritalarından derlenmiştir.
- Harita 5. A. A. Storey vd., "Investigating the Global Dispersal of Chickens in Prehistory Using Ancient Mitochondrial DNA Signatures," *PLOS ONE* 7, no. 7 (2012); H. Xiang, vd., "Early Holocene Chicken Domestication in

Northern China,” Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 111, no. 49 (2014): 17564-69; Y. W. Miao vd., “Chicken Domestication: An Updated Perspective Based on Mitochondrial Genomes,” Heredity (Edinburgh) 110, no. 3 (2013): 277-82, doi:10.1038/hdy.2012.83 kaynaklarından faydalanılarak çizilmiştir.

Harita 6. M. A. Zeder, “Domestication and Early Agriculture in the Mediterranean

Basin: Origins, Diffusion, and Impact,” Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, no. 33 (2008): 11597-604, s. 105, Şekil 1 temel alınarak çizilmiştir.

DİZİN

ABD

tavuklar 113-4 inekler 16
ve genetik mühendisliği 234

obezite 168

çavdar 69

bahçe nanesi 152

şarap üzümleri 205-6

acı hissi 155-6

acı tat 83-5, 89, 93

acı tarım ürünleri 84, 89, 133, 136-40, 149, 155

Adams, Douglas

Evrenin Sonundaki Restoran 122-3 adaptasyon başarısı 60, 207 ADH (alkol dehidrojenaz enzimleri) 195, 197-9

ADH4 mutasyonu 196-7 Afrika

atalarımızın Afrika'dan göç etmesi, 33, 47, 114, 119, 132 Ayrıca bkz. Eritre

Afrika Burnu 46

akçaağaç şurubu 162

Akdeniz

evcilleştirilmiş çiftlik hayvanları 120 *Homo erectus* 33 *Homo sapiens* 48 Neandertaller 41

bitkiler 144, 149, 153-4, 201, 206 akraba seçilimi 213-6, 218, 220, 222 alkaloitler 84, 167

alkol bkz. etanol

alkol dehidrojenaz enzimleri Bkz. ADH

ALDH (asetalhidit dehidrojenaz enzimleri) 198-9

Almanya 38, 131, 204, 208-9 Altamira mağara resimleri 107, 164 Amazon havzası 131, 138 Amerikan Yerlileri 49

aminoasitler 31, 46, 91, 101, 103, 187-8, 195, 207

amilaz enzimleri 17, 70-2, 162 Anadolu bkz. Bereketli Hilal And Dağları 130-7 antosiyanin 203 arabinoksilanlar 68-9 Arap Yarımadası 43, 48-9

Ayrıca bkz. Suudi Arabistan

Areni, Ermenistan 200-1

arılar bkz. Belyaev, Dmitry

Aristoteles 76, 92, 94, 97

aromatik molekül 152

arpa 53, 55-7, 58, 66, 110-1, 207, 212

asetaldehit 197-8

asetik asit 86

asmalar, üzüm bkz. üzümler, *Vitis vini-fera* asma virüsleri 203-4

Asya

insanların kolonileşmesi 49

Ayrıca bkz. Doğu Asya; Güneydoğu

Asya; Güneybatı Asya atlar 38, 108, 122

Australopithecus afarensis 26,28-9,103,
211

Ayrıca bkz. Lucy *Australopithecus bahrelghazali* 32 avcı toplayıcılar
ilk 46

ve yiyeceklerin paylaşılması 217 Avrasya 33, 39, 118-9 Avrupa
ve alkol 197, 200, 205-6

tarım bitkileri 53, 57, 60, 63,128-9,
134, 201-2,204-6,234

Avrupa Birliği 234

Avustralya 39, 49, 57,106,178 ayılar 82,108-9 Aztek ler 131

B

babirusa domuzları (*Babirusa baby-russa*) 106-7

bademler 19, 32-3, 35-6, 41, 84,139 bağırsaklar 23,34-7,101,104,139,163,
180,187,206

Ayrıca bkz. bağırsak kurtları bağırsak kurtları 125 baharatlar 20, 66, 145, 147-
51, 154-7,

159

Ayrıca bkz. tarçın, muskat, karabiber bakteriler 62, 86,91,100,110,139,163,
179, 183-6, 188-91, 195, 199-200,

238

ve çürüme 14, 91 bakteriyosinler 189-90 bal 66,163-7,200

balık 12dn, 19, 76-7, 79, 82, 91-2, 98103,110,123,157, 226 eski tarihlerde balık
tüketimine ilişkin bulgular 30,45, 55 *Ayrıca bkz.* *dashi*, kabuklu deniz hayvan-
ları

balık sosu 101

balkılavuzu (*indicator indicator*) 164-5 barbunya 127

başlatıcı laktik asit bakterileri (BLAB)

185,188

Batı Turkana *bkz.* Turkana Havzası,

Kenya

Beagle Kanalı 50

Bereketli Hilal 55-7, 59-60, 70, 118-9,

131,134,201,240 Bering Kara Köprüsü 43,132 beyin

ve enerji 36-7, 40,174 ve psikoaktif uyuşturucular 84 ve duyular 12, 93

bezelye 56, 59,128,133,145, 212

biberiye 19,151,154

bira 54-5, 86,179-80,194-6,199,2069, 212 lager 208

bira fabrikaları 208

bira mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) 179,194-5

bitkilerin savunma mekanizmaları 36, 127,140-3,145,150,153 gıdaların işlem-
den geçirilerek etkisiz kılınması 36,127,139

Bolivya 134,137,158

Borlaug, Norman 231-2

Boswell, James 23

Bos primigenius 118

Brassicales 141-2

Brassica (bkz. lahana ailesi, kanola, hardal)

Brillat-Savarin, Jean Anthelme 76 buğday 31,53-62,64,66,68-9,71,1101,134,143,184, 229,231-3, 239 yayılması 63,232 *Ayrıca bkz.* ekmek

Burma 119

buzullaşma 46

C

Carlsberg bira fabrikası 208 Carroll, Lewis 76,142 cassava *bkz.* manyok Cebeli-tarik 41-2 ceylanlar 110,121

dağ ceylanları 111,121

Chauvet mağara resimleri 107-8 Childe, V. Gordon 70 *chuno* 136,138

Cicero, Marcus Tullius 217,224 Cortes, Hernân 148 Cook, Kaptan James 116 CRISPR-Cas9 238-9 C vitamini 87

Ayrıca bkz. fruktoz

Ç

Çad, Çad Gölü, Orta Afrika 32 çavdar 66, 68-9 Çayönü, Anadolu 56, 59 çikolata 19, 84,161,167 Çin

tavuklar 150

evcilleştirilmiş çiftlik hayvanları 84, 222

fosiller 15, 38

çoklu doymamış yağ asitleri 91,103 çorba 19,41,73,75-9,82-4,86-7,89,101 çürüme 14, 53, 81, 91,195, 204

D

dağ kekiği 153,156

Darwin, Charles 13, 16, 23-4, 50, 60, 63,73,75, 87,122,125,177-8,204, 240, 242 *İnsanın Türeyişi...* 25, 213 *Türlerin Kökeni...* 13,15,177-8,187 *The Variation of Animals and Plants under Domestication* 113,122

dashi 77, 79

Denisovalılar 21, 39

deniz seviyesi 47,229

dışkı 40, 96,105,157,173,184,225dn dişler 26, 29-30, 33, 36, 39-40, 47, 54, 99,107,122,224 Australopithecine 27 *Homo* 34 Neandertal 40

diyabet hastalığı, tip 2 72, 169-70,172, 176

Dmanisi Kasabası, Kafkas Dağları 33

DNA (deoksiribonükleik asit)

genetik çeşitliliğin kanıtı olarak 61, 109,113,116

insan evriminin kayıtları olarak 24, 38-9,186

insan etkileşimlerinin kayıtları olarak 90

Ayrıca bkz. genler doğal seçim 13

ve özgecilik213

ve tarım bitkileri 13,61-2,711,128, 142, 152,157,159, 231, 238 ve genetik mühendisliği 17, 95, 238 ve bitkilerin savunma mekanizmaları 121,126

domates 78-80,128-31,135,145 domuzlar 84, 104-5,107,112-3,118-9,

121-3,126,185, 217, 224-5, 230 ve bağırsak kurtları 104-5 *Ayrıca bkz.* babirusa; yabandomuz-ları

Dudley, Robert 197

durum buğdayı 54, 64

E

Efe halkı 164

Ehrlich, Paul R. 231-2

ekmek 25, 53-5, 66-7, 71, 73, 199 çavdar 68-9

buğday 54, 60-1, 62, 66, 68-9, 143, 239

ekşilik 66, 76, 83, 86-7, 92, 156 El Arenal, Şili 114-5 el-Wad, İsrail 111 embri-

yonik gelişim 124 Endonezya 106, 149 *engastration* 225 enzimler

birada 195-6 peynirde 181

ısı ile yok olmaları 36, 79, 91 balıklarda 91, 101 gıda üretiminde 36, 173, 181 sütte

179-80, 182, 187 bitkilerde 17, 36, 71, 138, 141, 151, 152, 163, 173 tükürükte 17,

70-1, 72 *Ayrıca bkz.* ADH, ALDH

Eritre 47, 64

eşeyli üreme 143, 207

etanol 193-9, 208

Etiyopya 21, 26, 28, 38, 64, 66, 103, 144, 211-3

et tüketimi

yalnızca etle beslenmenin tehlikeleri 31, 241

et tüketimine ilişkin en eski bulgular 103

evcilleştirme sendromu 122-6

F

fareler 82, 85, 93-5, 108, 122-3, 184, 199

bilim 83, 85, 94, 199

Fearnley-Whittingstall, Hugh 225 feniltiyokarbamit (PTC) 87-9 fermentasyon

81, 86, 195, 199, 208-9

gıdalarda 100, 188 üzüm fermentasyonu 194 sütte 191

koruma amaçlı 86, 150; fesleğen 145, 151 fındık 38, 108, 188 filler 33, 38, 94-5

filoksera (*Daktulosphaira vitifoliae*) 204-5

Fisher, Ronald 88

fitolitler 27, 40

flavonoidler 84

flor mayası 207-8

Florida 43, 50, 161

insanların kolonileşmesi 50

Ford, E. B. 88

fotosentez 234

Fransa 60, 76, 128, 154, 201-5 güneyi 15, 101, 107, 153 mağara resimleri 107

fruktoz 162, 172-6

G

garum 100-1

Genç Plinius 217, 220

genetik bilimi 63, 88, 118, 129, 201, 242 genomlar 61, 172, 235 düzenleme 234,

239

genetik çeşitlilik 49, 64, 68, 129, 143, 201

genetik darboğazlar 129

genetik mühendisliği 85, 234, 237 genetik tekdüzellik 49, 143 genetik varyasyon-

lar 61, 129 genler 14, 17-8, 39, 49, 59, 61, 63, 73, 81,

85, 87-9, 93-8, 118, 121, 125, 129, 135,141,147,153,157-9,170,172, 179, 182, 186-8, 190, 198, 201-3, 206-8, 212, 214-5,220, 238-9 *ADH* 195,197-9
ADH4 mutasyonu 196-7 *ALDH* enzimleri kopya sayısı varyasyonları 198-9
 yatay gen transferi 149-50,152-53,
 166, 67, 192
 “zıplayan genler” 203
MHY16 35 mikrobiyom 190
 mutasyon 81, 89, 95, 99, 182, 184,
 189,196-8,203
 KR genleri 94-8
 düzenleyici genler 129
T1R 82, 87
TAS2R 84, 88-9
 tat alma genleri 89
 TRP reseptörleri 155-7
 ve tip 2 diyabet 72,169-70,172,176
 varyant alelleri 74, 112, 120, 144,
 145-46,158
Ayrıca bkz. DNA
 Gerard, John 98
 gernik buğdayı 53-4, 55-6, 58-60 geyik 39,106,108-10,117, 119,121-2 gıda gü-
 venliği 229, 232, 239
Ayrıca bkz. yeşil devrim gıda maddelerinin koruma amaçlı kuru
 tulması 53,150 glikoalkaloitler 136 glikosidaz enzimleri 138-9 glikoz 30, 72,
 162-3, 169, 172-5, 179,
 207, 234 glükosinatlar 145 Golubev, G. A. 68 Gömbe Ulusal Parkı, Tanzanya
 218 Goodall, Jane 218 Gorham Mağarası 21, 41-2 goriller 23-4,127,196 göçebe
 hayvancılık 119 guanilat 79-81
 Güneydoğu Asya 113,114,119 Güney Afrika 46
 Güneybatı Asya 48, 64,111 ve alkol 196-7 ve ekmek 53, 55
 evcilleştirilmiş çiftlik hayvanları 117-9,121,126,180 ilk tarım faaliyetleri 55 ve
 süt 180-2
 bitkiler 53,119,121,126,144 *Ayrıca bkz.* Bereketli Hilal
 güvercinler 21, 41-2, 225

H

Hadar, Etiopya 21, 26, 29 Hadza halkı 164-5 Haldane, J. B. S. 75, 214 Hamil-
 ton, W. D. (Hamilton Kuralı)
 214-5
 Hand, Dr. 128-30
 Handy Man *bkz.* *Homo habilis* Hansen, Emil Christian 209 hardal 20, 83-4, 140-
 1,143-4,156 Harlan, Jack 57-8 hayvancılık *bkz.* sütçülük
 besi hayvanları 112,118-9,122 evcilleştirme 105, 113, 122-6, 238
 Hawaii 114-5,120, 235-6 hepçillik 19,28,33,51,84,103,107,241 Herodot
 117,148
 Hindistan 14, 38, 48-9, 57, 113-4, 119, 149-50,169, 232, 236 tavuklar 113-4
 evcilleştirilmiş besi hayvanları 113-4,119 fosiller 38

yetersiz beslenme 169 baharatlar 148-50

Hint kuşu 113

Hint Okyanusu 46,149

homininler 24-32, 38-9, 45,105-6, 166 homininlerin beslenme alışkanlıklarına

ilişkin bulgular 31 yayımları 38

fosilleşmiş bulgular 31

Ayrıca bkz. *Australopithecus*, *Denisovalılar*, *Homo*

Homo 27-9, 31, 34,103,126, 184,211 bilinmeyen tür LD 350-1 21,29-30

Homo erectus 28-30, 33-5, 37-8, 105, 166

Homo habilis 29-30

Homo heidelbergensis 37-9 *Homo neanderthalensis* 38, 48 *Homo sapiens* (ilk)

28, 42, 48, 221 Hope, A. D. 230

hububat *bkz.* tahıllar

Huxley, Julian 88

hücre zarları 78, 86 *Ayrıca bkz.* genler

I

Ikeda, Kikunae 76-7

Irak 55-6,120

İ

iklim

değişimi 46,109-10,126,136,229, 237

Bereketli Hilal 57 Akdeniz 153

buzların erimesinden sonra ısınma 46

Ayrıca bkz. buzullaşma, yerel ilaçlar 132,135,148,151, 235, 237 İndus Vadisi

118 *injera* 66, 212

İnka İmparatorluğu 136-7 inosin 91

inosinat 79-81, 91,101

insanların kolonileşmesi 49

insülin 72,169,174-5

İnuit 31, 108

İpek Yolu 49

İran 69, 117-9, 200

İskoçya Botanik Derneği 19

İspanya 48,101,154,163

mağara sanatı 107,162-3 tarım ürünleri 32, 202, 204, 234 şarap 86

İsrail 41, 48, 55-8, 109-11,119

Ayrıca bkz. Bereketli Hilal, Doğu Akdeniz Ülkeleri

İsviçre peynirleri *bkz.* mutualizm işbirliği 165,188-9, 218, 221-2, 227 İtalya

101,108-9, 203-4

J

Jacobsen, Jacob Christian 208 Japonya 63, 80,197, 206, 231

Ayrıca bkz. Ikeda, Kikunae

Jiahu, Çin 200

Johansen, Donald 26

K

kabak 82, 89, 133, 217

- kabuklu deniz hayvanları 18, 41, 45-8, 50-1, 101
Ayrıca bkz. yumuşakçalar, midyeler
 Kafkas Dağları 33, 182, 200, 202 kahve 18-9, 66-7, 84, 144, 151, 175, 222-3
 kaloriler 31, 162, 164, 168, 173-5
Ayrıca bkz. bal, nişasta, şeker kalsiyum 40, 179, 183
 fosfat 40
 kanola (*Brassica napus*) 143-4, 234 kapsaisin 155, 157-8 karabiber 45, 149, 155
Ayrıca bkz. acı kırmızıbiber karaciğer
 etanolün işlenmesi 196 fruktozun işlenmesi 175-6 proteinin işlenmesi 31
 karanfil 148-9
 karbon 75, 151» 163 dioksit 95
 karbonhidrat 32, 90, 161-2, 168-9, 179, 194, 197
 bitkilerden 31, 69, 145 *Ayrıca bkz.* nişasta, şeker
 karşılıklı bağımlılık 189, 227 karşılık beklentisi 216-7 kazein 180-1, 185-7 kediler 31, 81, 82, 85, 89, 109 keçiler 110, 120 kekik otu 153, 157-8 kelebekler, Pierinae 141-2, 145 Kemotipler 153-4 Kenya 28, 30, 32, 183 Kermil Dağı İsrail, 41 keten 56, 59
 kırmızı acı biber 149, 158 *Ayrıca bkz.* kapsaisin
 kıtlıklar 61-2, 170-1, 183, 211-3, 232 antik çağda 62 Etiyopya'da 171 İrlanda patates kıtlığı 135 Rusya'da 63
 Kızıldeniz 43, 47-9
 kinin 84, 89, 151
 kinoa 133-4
 kişniş 98
 kokain 84, 193
 koku *bkz.* koku reseptörleri
 koku reseptörleri (KR) 93, 101, 155-6, 167
Ayrıca bkz. tat alma reseptörleri, TRP reseptörleri
 Kolomb, Kristof 114, 148
 konbu (*Saccharina japonica*) 77-8 koyunlar 111, 117-20, 180, 211-2
Ayrıca bkz. mandıra hayvanları kök hücreler 12
 köpekler 55, 72-3, 92-3, 117, 119, 122-4, 126
 Kretase Dönemi 194
 kromozomlar 61, 143-4, 239 kuşlar 14-6, 110, 112-4, 128, 148, 157, 164-5, 176, 179, 225dn, 240 *Ayrıca bkz.* tavuklar
 Kuzey Afrika 48, 63, 144, 200 Kuzey Kutup Dairesi 68 küçük hindistancevizi 148-50
L
Lactobacillus bulgaricus 188 *Lactococcus lactis* 186-7, 189 lager mayası (*Saccharomyces carlsbergensis*) 208 lahana ailesi 83
 melezleşme, 144
 laktaz enzimleri 180, 182-3, 186-7, 190 *Ayrıca bkz.* *Lactococcus lactis*
 laktaz sürekliliği mutasyonu 182-3 laktik asit bakterileri (LAB) 86, 180-1,

185, 188-90,199

Ayrıca bkz. başlatıcı laktik asit bakterileri (BLAB)

laktoz 179-83,185-8

Lascaux mağara resimleri 107 lektinler 127 leptin hormonu 174-5 limon otu

156 Lucy 21,26-9, 34, 103,211 Lustig, Dr. Robert 173,175 Lübnan *bkz.* Bereketli Hilal Lynas, Mark 237-8

M

Magellan, Ferdinand 148

mağara resimleri 106-7, 164 Malezya 119 Malthus, Thomas

An Essay on the Principle of Population 230

mamut bozkır 107-9, 163, 221 mandıra hayvanları 123 mantarlar 62, 79-81, 100, 127, 140,

158-9

ve alkol 199

peynirde 183, 190

Ayrıca bkz. *Penicillium camemberti*; *Penicillium roqueforti*

çürüme 81

hastalık-taşıyıcı 83, 135, 141, 152 yenilebilir 79 üzüm sırasında 194 mikrobiyomlarda 190

manyok (*Manihot esculenta*) 36,133-4, 138-40, 143, 147,151, 229

Marean, Curtis 46-7

mavi küflü peynirler 185, 190 maya 20,53, 79,86,156,162-3,179-81,

190,193-5,198, 200, 205-9

Ayrıca bkz. bira mayası, lager mayası

Maya halkı 130

McGee, Harold 76

Meksika 25,127,129-31,149,168,231

melezleme 128, 205

memeliler 16-8,31,85,94,96,117,141,

157,166,177-80,182,185,219,240 mercimek 41, 59 meşe palamudu 38, 41 metabolik sendrom 169,173,175-6

Ayrıca bkz. tip 2 diyabet meyveler 31, 86-7, 89, 108, 128, 130,

133, 149, 157-8, 172-3, 176, 199,

202,236

ve alkol 194-7, 201

meyve yiyen hayvanlar 20, 23, 82,

107, 194, 221

ekmek 53

mısır 31, 57, 60-2, 71,133-4, 137,147,

229, 231-2, 234 yapay seçim 13,133 genetiği değiştirilmiş mısır 234

mısır şurubu 173

Mısır (ülke) 32, 53-7, 114, 120-1, 168,

201

midyeler 21, 45-8, 51, 53, 101, 240 mirosinaz enzimleri 141 miso 76, 78

Mivart, St. George 177-8

monosodyum glutamat (MSG) 78 monoterpenler 151-6, 158 monotremeler *bkz.*

ornitorenk Monte Verde, Şili 43,132 muskat 148-50, 157 mutualizm 188-90

N

nane 145,151-5

Neel, James 170,172

Nenet halkı 121

Neolitik dönem 70,112,118,121,172, 182, 200, 229

nişasta 17, 32,69-71, 75,133,138,161-2,175

arkeolojik kalıntılar 40-1,108,110, 133

sindirim 36, 71-3

Ayrıca bkz. ekmek, yumrular

nohut 41, 56

nüfus artışı 112, 229,233

nüfus kırılması, insan 46

nükleik asitler 16, 79, 81, 91 *Ayrıca bkz.* DNA

Nanchoc Vadisi, Peru 133-4

O

obezite *bkz.* şişmanlık insan Ohalo II kamp alanı, İsrail 110-2, 126 oksijen 86, 99, 110, 195, 207-8 oksitosin hormonu 219

olumlu geribildirim 225-6

orangutanlar 94,163,196

ornitorenkler 16,18,178-9 ortak türemiş karakter 24-5 ortonazal kokular 95-6

Ayrıca bkz. retronazal kokular osmoz 78

otlaklar *bkz.* Savan

otoburluk

en eski bulgular 18-19, 26-27 avcı-toplayıcıların bitki tüketimi 84

ot tohumları

yabani 31,41,58,60,66,68-70,108,

110, 128, 240

Ayrıca bkz. Sakalotu

Ö

öküzler 108, 110, 118-9, 119, 121-2,

148,164

özgecilik 213-4, 216-7

P

PAB (propiyonik asit bakterileri) 188 paleoarkeoloji 27-8, 34-5 Paleolitik dönem 19,107,163-4,170-1,

221,225, 241

Ayrıca bkz. mağara resimleri Paleo diyeti 19,171 pamuk, 134 163 papaya 235-6 Parmesan peyniri 78, 84 Pasifik 49-50, 114,116,120,132, 226 pas mantarı

62 patlıcan 236-7 Patterson, Penny 27 *Penicillium camemberti* 184 *Penicillium roqueforti* 184-5 Peru 116,131-4, 136-8 peynir 20, 78, 84, 100, 176-7, 181-6, 188-90,199

peynir üretimi 185-6,189-90, 199 peynir mayası 181 *Phytophthora infestans* 135 Pinnacle Point, Güney Afrika 46-8 pirinç 31, 57, 71,134, 206, 231-2

fermente edilmiş pirinç 86, 200 altın pirinç 236

Pizarro, Francisco 116

- Planchon, Jules Emile 204-5 Plotkin, Fred 161
 polen yayma 166
 polimorfizm 88-9
 Polinezyalılar 114,116,120 Pollan, Michael 19 Poncelet, Pere Polycarpe 92 *pot-latch* şöleni 226 Pouech, Papaz Jean-Jacques 15 primatlar
Bkz. şempanzeler, goriller, orangutanlar
 protein
 tarım ürünlerinden elde edilen 58, 69
 sindirim 70
 proteinlerin içindeki glutamik asit 77 proteinler 16-8, 30-1, 40, 70,, 79-82, 84-5,90,93,98,103,106,108,111, 163, 179-81, 184, 186-90, 195-6, 203, 235-6, 241
 protein zehirlenmesi 31
 pseudogenler 17, 81-2, 85, 94-5
R
 Rapa Nui 114-6
 reçineler 135,147, 200
 rengeyikleri 108,121
 restoranlar 20, 30,122, 155,174 retronazal kokular 95-6 Riley, Charles 204-5 roka 83-4,140
 Romalılar, antik 76-77, 92, 162, 175, 181
 ve ekmek 35 ve bal 132 ve karabiber 118 kök bitkiler 108-9
 Roma Kulübü, *Limits to Growth* 231
S
Saccharomyces eubayanus 208 Sahagûn, Bernardino de 130 sakalotu 54, 60 satalılık 83-4, 89 Sami halkı 121
 San halkı 171
 San Irmak 113
 sarmısak 150-1,156
 Savan 31,105
 Schöningen 21, 38
Scopulariopsis küfleri 184
 selüloz 163
 sera gazı emisyonları 229 Greenpeace 235-6
 Seyoum, Chalachew 29
 sığır 119,120,123,212, 230 Sibiry 38, 49, 71,108-9,121,124
Ayrıca bkz. tilki, Sibiry gümüş Silvertown, Jonathan
An Orchard invisible A Natural History of Seeds 18
 sirke 45, 82, 86, 200
 sitrik asit 86
 siyanojenik glikozitler 138-9,141 siyez buğdayı 56, 58 skatol 96 sodyum 82-3
Solanum türleri 130,132, 134-5 Sonso, Uganda 219
 Son Buzul Maksimumu (SBM) 110,126 soya fasulyesi 78, 234 soy tükenmesi
 hayvan 33,108-10,121,132 hominin 24, 38 bitki 57
 statü 212,225-6
 Strabo 166

Streptococcus thermophilus 184,188 St. Martin-de-Londres, Fransa 153-4 sukroz 162,172,174,179 Sulawesi mağara resimleri 106 Suriye 55-6,118

Ayrıca bkz. Bereketli Hilal

Suudi Arabistan 56,183,190

Ş

şarap 20, 45, 86, 94, 194-5, 199-202, 205-7, 209

Ayrıca bkz. bira mayası şeker 17,19-20,25,70, 72, 81-5, 87, 89, 138,161-3,168,173-6,179-80,194-5, 200, 207

ve fermentasyon 86, 163, 179, 187, 194

koruyucu olarak 163

Ayrıca bkz. fruktoz, glikoz, laktoz,

sukroz

şeker kamışı 138,162

şempanzeler 23-4, 27, 34, 37, 88, 94, 127,163,184,194, 218-22

Şili 43, 49-50, 114-5, 132, 136, 205

T

tahıllar

arkeolojik kalıntılar 59 yeşil devrim 231-3 Bereketli Hilal 57, 59, 70, 240

Tanzanya 164,183, 218

tarçın 148-9,156,161

tarım 18, 31,48, 51, 55-6, 59-60, 70-3, 104,110-12,118-9,134,144,171-2, 229-31, 237

Ayrıca bkz. Bereketli Hilal, genetik

mühendisliği, yeşil devrim, Neolitik dönem

taş aletler 21, 34, 43,104-6

et kesmek için kullanımı 28,47,103, 106

yumru soymak için kullanımı 32 tat

ve genetik varyasyon 87-9 ve koku 18, 92-4, 96, 156, 173-4, 186

tat reseptörleri 72, 81-2, 85, 90, 93, 156-7, 162

Ayrıca bkz. koku reseptörleri, tükürük, TRP reseptörleri

tatlılık 20, 76, 81, 85-7, 90, 92-3, 159, 161-3,165-8, 173, 185 tarm ürünü çeşitleri 116,130-1,133, 137, 139-40, 147, 156, 158, 162-3, 173, 227, 238

Ayrıca bkz. meyve, bal, şeker tatlı patates 116,147, 226, 238 Tattersall, lan ve Rob DeSalle 201 tavşanlar 30, 41, 122 tavuklar 15-7,112-4,116,149

Ayrıca bkz. yumurtalar Tayland 100,113,115,236 Tay tu Betul, Etiyopya Kraliçesi 211 teff 66, 212

temel tarım ürünleri 56, 59 teobromin 84,167 tere 83-4,140,142 terpenoit yolu 151-2 Tierra del Fuego 43, 50 tilkiler, gümüş Sibirya 124 Titicaca Gölü, Peru/Bolivya 134-5 tohumlar 31, 40-1, 53, 57-60, 62, 64,

66-70, 86, 108, 110, 128-31, 133,

143,146,150,157-9,168,173,184, 207, 223, 231, 240 saçılma 58

Tricibinella spiralis 105

trimethylamin (TMA) 91-2 trimethylamin oksit (TMAO) 91-2, 101 Trophy domatesi 129-30

TRP reseptörleri 155-7

Ayrıca bkz. koku reseptörleri, tat reseptörleri

Turkana Havzası, Kenya 21, 28-30 tutumluluk genotipi hipotezi 170-2,176 tuz (sodyum klorür) 80, 82-3

Ayrıca bkz. osmoz tükürük 40, 70-2,162 Türkiye 55-9, 109,166-7

Ayrıca bkz. Bereketli Hilal türleşme 104-5 Twain, Mark 128,150

U

Uganda 62, 219

umami 76-84, 86-7, 89-93, 101 işlevini yitiren reseptörler 82 kaynakları 77, 79-81,101

uysallık *bkz.* evcilleştirme sendromu

Ü

Ürdün

Bkz. Bereketli Hilal, Doğu Akdeniz Ülkeleri

Ürdün Vadisi, üst 118

üzümler, *Vitis vinifera* 200-2, 204-5 *Ayrıca bkz.* şarap

V

vasabi 83,140, 156

Vavilov, Nikolai Ivanovich 63-4, 66-8, 201

Venter, Craig 98

Vietnam 100,120

Vücut Kitle İndeksi (VKİ) 168,171

W

Waring, George E. (albay) 130 Wrangham, Richard 27, 34,124

Catching Fire How Cooking Made Us Human 35

yabandomuzu (*Susscrofa*) 105,110,112, 118-9, 224

yaban turpu 156

yabani otlar 41, 98,108,128, 166, 240 kokular 98

savunma mekanizmaları 166 *Ayrıca bkz.* kişniş, kekik otu, dağ kekiği

yabani tahıllar çavdar 68-9

buğday 54, 58, 60, 69,110-1 yağ 14,20, 31-3, 36,40, 76, 90, 96, 989,117-8,123,141,144,154,161-2, 167-71, 174-5, 179, 181, 185, 212, 226

yağ asitleri 46, 91,103, 162

yapay seçim 13-4, 73,123-5,203,209

tarım bitkileri 57-9, 61, 66,128-31, 133,144-5

varyasyonlar 61, 128, 241 yaprak biti 142

Yaşlı Plinius, *Doğa Tarihi* 167 yemek pişirme 18, 20, 23, 25, 30, 34-7,

41,48,51 yengeçler, yenilebilir 101

yerel bitki çeşitleri 63,137

yerel şartlara adapte olma başarısı 13,

24, 61,119,130,134-5,15 hayvanlar 119

tarım bitkileri 130,134-5,158 yerfıstığı 133 yeşil devrim 231-3 yiyecek paylaşımı 211, 219-20

şempanzeler 219-20 yosun 16, 77-9, 91-2,132 yulaf 57-8,108,217 yumrular 31-3, 36, 71,128,137-9,143,

217

Ayrıca bkz. manyok, patates, kök bitkiler

yumurtalar 12, 14-8, 104-5, 112, 114, 140,179, 217, 240 *Ayrıca bkz.* tavuklar

yumuşakçalar 43, 45, 47,101 *Ayrıca bkz. midyeler*
 Yunanistan 38,109, 154
 yüksek fruktozlu mısır şurubu (YFMS) 173
Z
 Zagros Dağları, İran 118-200 Zambiya 38
 zencefil 20,148-9, 152,156 Zuk, Marlene 176