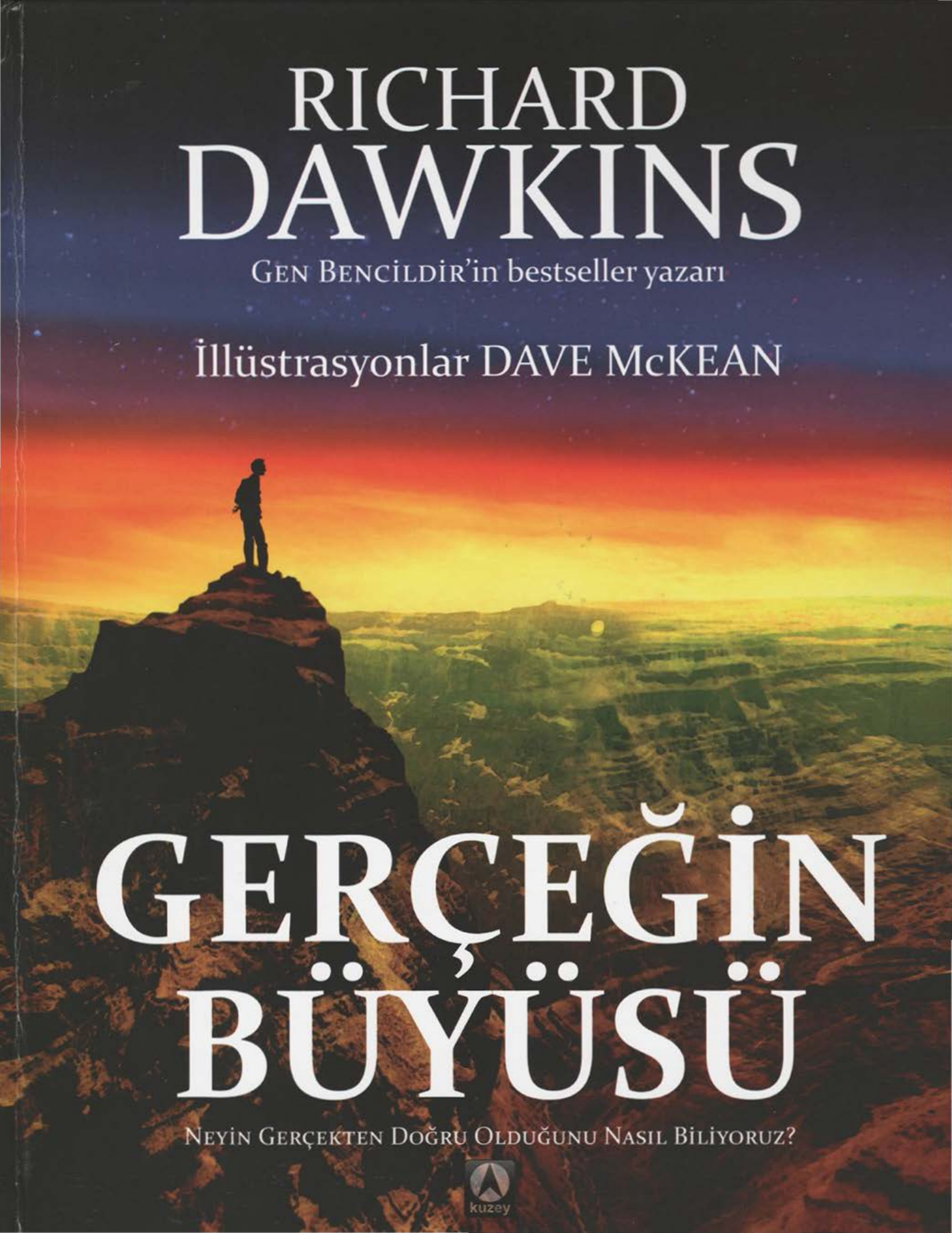
RICHARD DAWKINS

GEN BENCİLDİR'in bestseller yazarı

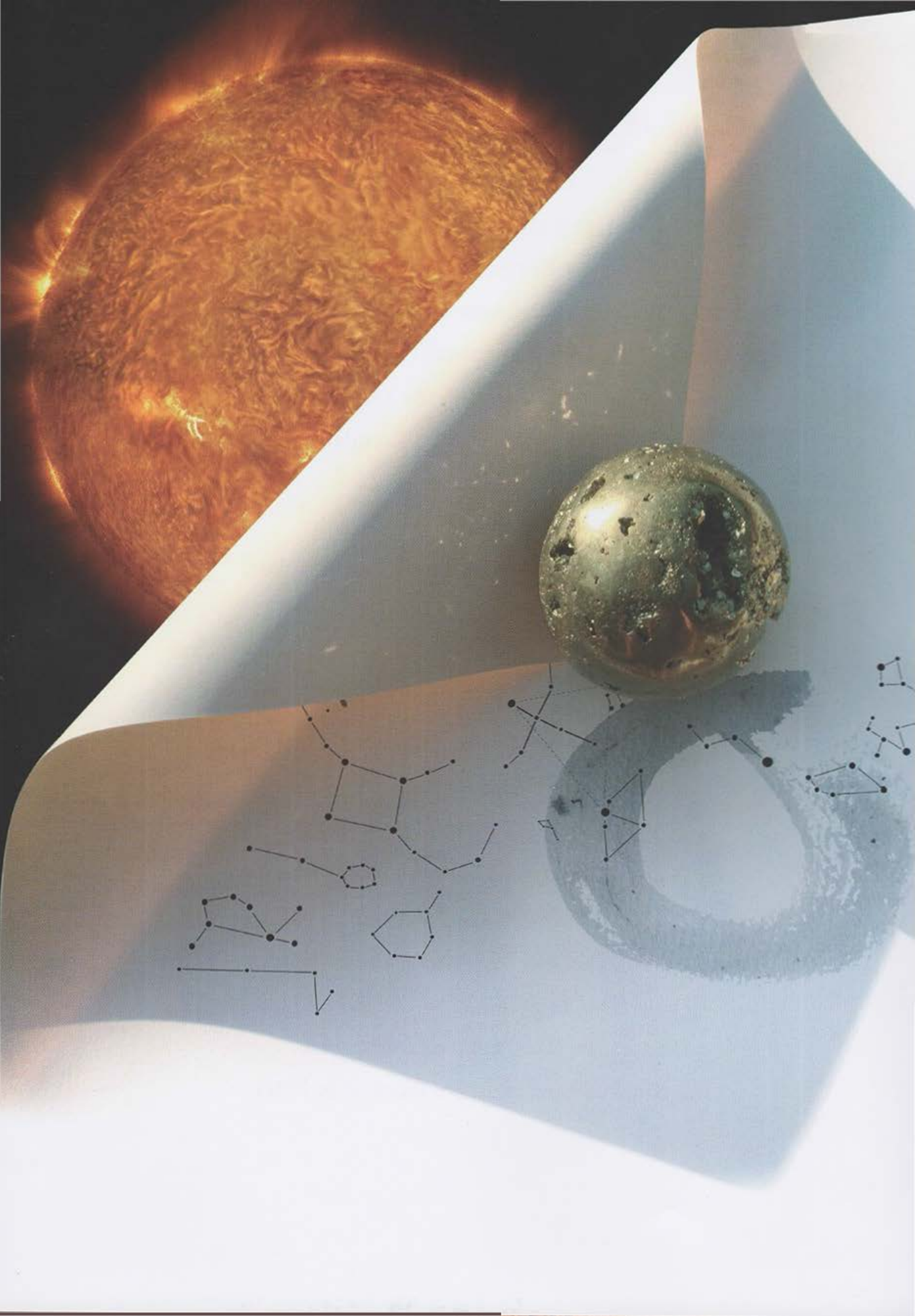
İllüstrasyonlar DAVE McKEAN



GERÇEĞİN BÜYÜSÜ

NEYİN GERÇEKTEN DOĞRU OLDUĞUNU NASIL BİLİYORUZ?

kuzey



RICHARD DAWKINS

Gerçeğin Büyüsü

Neyin gerçekten doğru olduğunu nasıl biliyoruz

Magic of Reality

How We Know What's Really True

İLLÜSTRASYONLAR

DAVE MCKEAN

ÇEVİREN

İSTEM FER

EDİTÖR

B. DUYGU ÖZPOLAT

kuzey

Kuzey Yayınları

www.kuzeyyayinlari.com

Clinton John Dawkins

1915–2010

Ey sevgili babam

İçindekiler

1 Gerçek nedir? Büyü nedir? 12

2 Kimdi bu ilk insan? 32

3 Neden bu kadar çok çeşit hayvan var? 54

4 Neden yapılmıştır şeyler acaba? 76

5 Neden gece ve gündüzümüz, kış ve yazımız var? 96

6 Güneş nedir? 118

7 Gökkuşağı nedir? 140

8 Her şey nasıl ve ne zaman başladı? 160

9 Uzayda yalnız mıyız? 182

10 Deprem nedir? 204

11 Neden kötü şeyler olur? 226

12 Bir mucize nedir? 246

İndeks 267

Teşekkürler 271

Resimler 271

1 gerçek nedir? büyü nedir?







GERÇEK, VAR OLAN HER ŞEYDİR. Kulağa çok basit geliyor değil mi? Aslında o kadar basit değil. Çeşitli pürüzler var. Mesela bir zamanlar var olan ama artık olmayan dinozorlar ne olacak? Peki ya ışıkları bize ulaşıp da onları görebildiğimizde kendileri sönüp gitmiş olabilecek kadar uzaktaki yıldızlara ne demeli?

Dinozor ve yıldızlara birazdan geleceğiz. Bırakalım geçmişi, bugün bile bir şeyin var olduğunu nasıl biliyoruz ki? Yani tamam, beş duyu organımız (görme, koklama, dokunma, duyma ve tatma) pek çok şeyin gerçek olduğu konusunda bizi ikna etmede oldukça iyi iş çıkarıyorlar: kayalar ve develer, yeni biçilmiş çim ve taze

dövülmüş kahve, zımpara kâğıdı ve kadife, şelaleler ve kapı zilleri, şeker ve tuz. Ama sadece beş duyumuzdan biriyle tespit edebildiğimiz şeylere mi "gerçek" diyeceğiz?

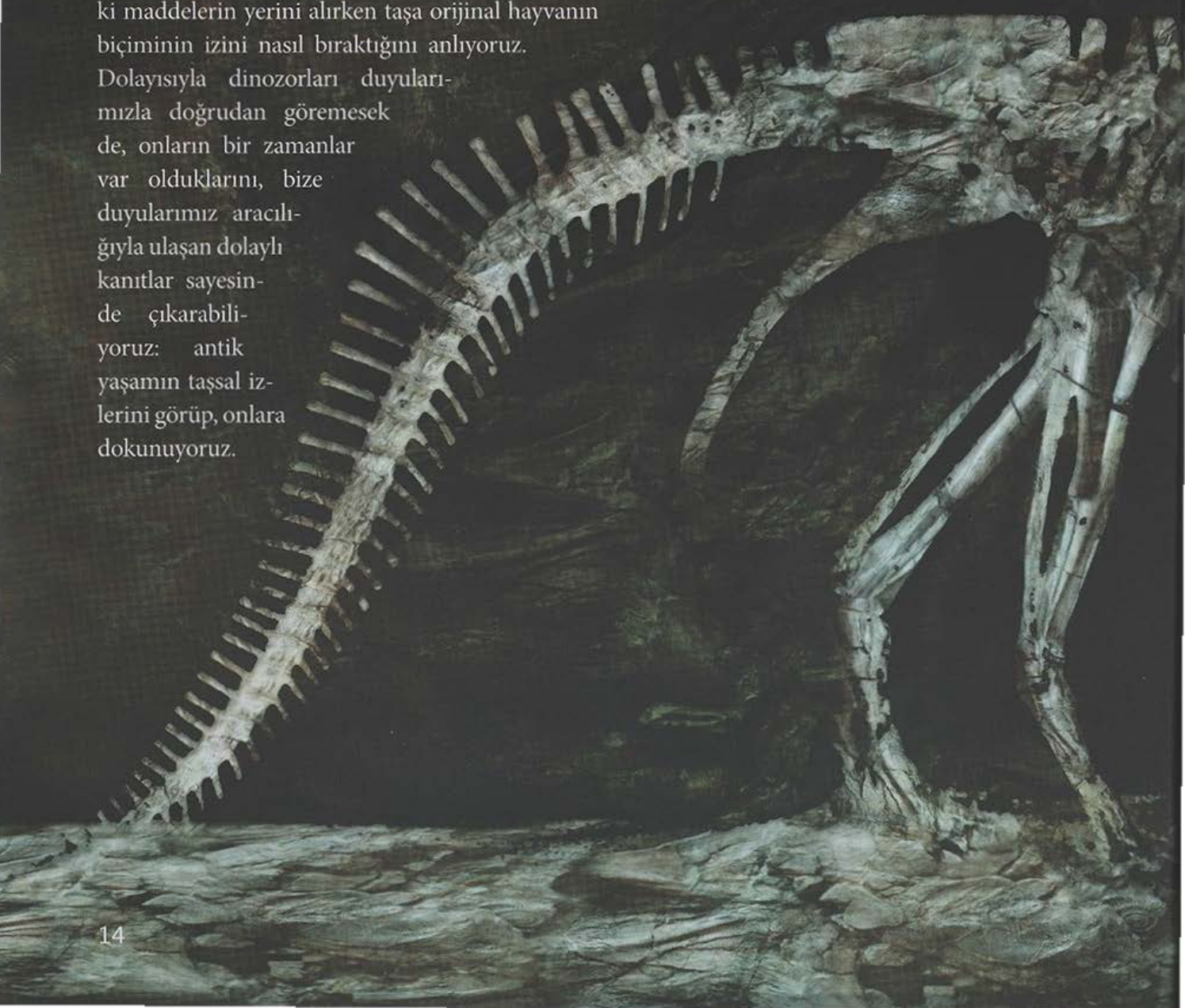
Ya çıplak gözle görülemeyecek kadar uzaktaki bir galaksi? Ya güçlü bir mikroskop olmaksızın görülemeyecek kadar küçük bir bakteri? Onları göremediğimiz için var olmadıklarını mı söylemeliyiz? Hayır. Elbette duyularımızı özel araçların kullanımı yoluyla iyileştirmemiz mümkün; galaksi için teleskoplar, bakteriler için mikroskoplar kullanabiliriz. Teleskopların ve mikroskopların nasıl çalıştıklarını bildiğimiz için, onları duyularımızın (bu örnekte görme duyusunun) erişimini arttırmak için kullanabiliriz. Böylece, bu aletlerin görmemizi sağladığı şeyler, bizi galaksilerin ve bakterilerin var olduğuna ikna eder.

Peki ya radyo dalgaları? Onlar var mı? Ne gözlerimiz, ne de kulaklarımız onları tespit edebilir, ancak yine televizyon gibi özel araçlar radyo dalgalarını, görebileceğimiz ve duyabileceğimiz sinyallere dönüştürürler. Böylece, radyo dalgalarını göremesek ya da duyamasak da gerçekliğin bir parçası olduklarını biliriz. Teleskop ve mikroskoplarda olduğu gibi, radyo ve televizyonların da nasıl çalıştıklarını biliyoruz. Bu aletler bize, var olanı görüntülemede yardımcı oluyorlar: yani gerçek dünyayı, gerçekliği... Radyo teleskoplarının (ve X-ışını teleskoplarının) bizlere yıldızları ve galaksileri farklı bir gözden sunması da gerçeklik algımızı genişletmenin bir başka yolu.



Dinozorlara geri dönersek, bir zamanlar Dünya'da gezindiklerini nereden biliyoruz? Onları hiç görmedik ya da duymadık ya da onlardan koşarak kaçmak zorunda kalmadık. Ne yazık ki dinozorları bize doğrudan gösterebilecek bir zaman makinemiz de yok. Ancak burada da duyularımızın farklı türde bir yardımcısı yani fosillerimiz var ve onları çıplak gözle görebiliyoruz. Fosiller koşup zıplamaz ama fosillerin nasıl oluştuklarını anladığımız için bize milyonlarca yıl önce olup bitenler hakkında bir şeyler söyleyebilirler. İçinde çözünmüş halde mineraller bulunan suyun, taş ve çamur katmanları arasında gömülü ölü bedenlerin içine nasıl sızdığını anlıyoruz. Minerallerin suyun dışına çıktığında nasıl kristalize olduğunu ve atom atom ölü bedendeki maddelerin yerini alırken taşa orijinal hayvanın biçiminin izini nasıl bıraktığını anlıyoruz. Dolayısıyla dinozorları duyularımızla doğrudan göremesek de, onların bir zamanlar var olduklarını, bize duyularımız aracılığıyla ulaşan dolaylı kanıtlar sayesinde çıkarabiliyoruz: antik yaşamın taşsal izlerini görüp, onlara dokunuyoruz.

Bir anlamda, teleskoplar bir tür zaman makinesi olarak çalışabilirler. Herhangi bir şeye baktığımızda gördüğümüz şey aslında ışıktır ve ışığın yol kat etmesi zaman alır. Bir arkadaşınızın yüzüne baktığınızda bile aslında onun geçmişteki halini görürsünüz çünkü ışığın arkadaşınızın yüzünden sizin gözünüze gelmesi saniyenin çok küçük bir kısmı kadar zaman alır. Ses ise çok daha yavaş hareket eder, işte bu yüzden çakan şimşeğin görüntüsü, gök gürültüsünden açık arayla daha erken gelir. Uzakta ağaç kesen bir adamı izlediğinizde, baltanın ağaca vururken çıkardığı seste tuhaf bir gecikme olduğunu hissedersiniz.



Işık o kadar hızlı hareket eder ki, doğal olarak gördüğümüz her şeyin o an gerçekleştiğini düşünürüz. Ama yıldızlar için durum farklıdır. Güneş bile sekiz ışık dakikası uzaklıktadır. Eğer Güneş patlayacak olsaydı, bu yıkıcı olayın bizim gerçekliğimizin bir parçası olması için sekiz dakika geçmesi gerekirdi ve bu olay bizim sonumuz olurdu! Güneşten sonraki en yakın yıldız olan Proxima Centauri'ye 2012 yılında bakacak olursanız gördükleriniz 2008'de gerçekleşmiş olan şeylerdir. Galaksiler çok büyük yıldız kümeleridir. Bizler Samanyolu adlı galaksideyiz. Samanyolu'nun kapı komşusu Andromeda Galaksisine bakacak olduğunuzda teleskopunuz sizi iki buçuk milyon yıl geriye götüren bir zaman makinesi olur. Stephan'ın Beşlisi adı verilen ve Hubble teleskopuyla gözlemleyebildiğimiz, beş galaksilik bir küme var; bu kümeler nefes kesici bir şekilde birbiriyle çarpışıyorlar. Ama gördüğümüz çarpışma aslında 280 milyon yıl öncesine aittir. O çarpışan galaksilerde, bizleri görebilecek kadar güçlü bir teleskopla bakan uzaylılar varsa, şu anda gördükleri şey dinozorların atalarıdır.

Uzayda gerçekten uzaylılar var mı? Onları hiç görmedik ya da duymadık. Onlar da gerçekliğin bir parçası mı? Kimse bilmiyor; ama eğer varlarsa bunun göstergesi olabilecek şeylerin ne gibi şeyler olacağını biliyoruz. Eğer bir uzaylının yakınına yaklaşacak olursak, duyu organlarımız bize bir uzaylıyla karşı karşıya olduğumuzu söyleyebilir. Kim bilir belki de bir gün, birileri diğer gezegenlerdeki yaşamı buradan tespit edebileceğimiz kadar güçlü bir teleskop icat edecek. Ya da belki de radyo teleskoplarımız ancak uzaylı zekâsının ürünü olabilecek mesajlar yakalayacak. Gerçeklik sadece şu anda bildiklerimizden ibaret değil. Henüz bilmediğimiz ve gelecekteki bir zamana kadar, belki de beş duyumuza yardımcı olabilecek daha iyi araçlar geliştirene kadar bilemeyeceğimiz şeyleri de kapsar.

Atomlar her zaman varlardı, ancak onların varlığından emin olmamız görece yeni bir şey ve öyle görünüyor ki bizim torunlarımız da bizim şuanda bilmediğimiz birçok şeyi bilecekler. Bilimin mucizesi ve keyfi de yeni şeyleri ortaya çıkarmaya durmaksızın devam etmesindedir. Bu bizim herhangi birinin uydurduğu *herhangi bir şeye* inanmamız gerektiği anlamına gelmez: hayal edebileceğimiz ama gerçek olması hiç de olası olmayan milyonlarca şey vardır: periler ve gulyabaniler, sihirli lamba cinleri ve tek gözlü devler. Her zaman açık fikirli olmalıyız, ama bir şeyin var olduğuna inanmanın geçerli tek nedeni, onun var olduğuna dair gerçek kanıtların bulunmasıdır.

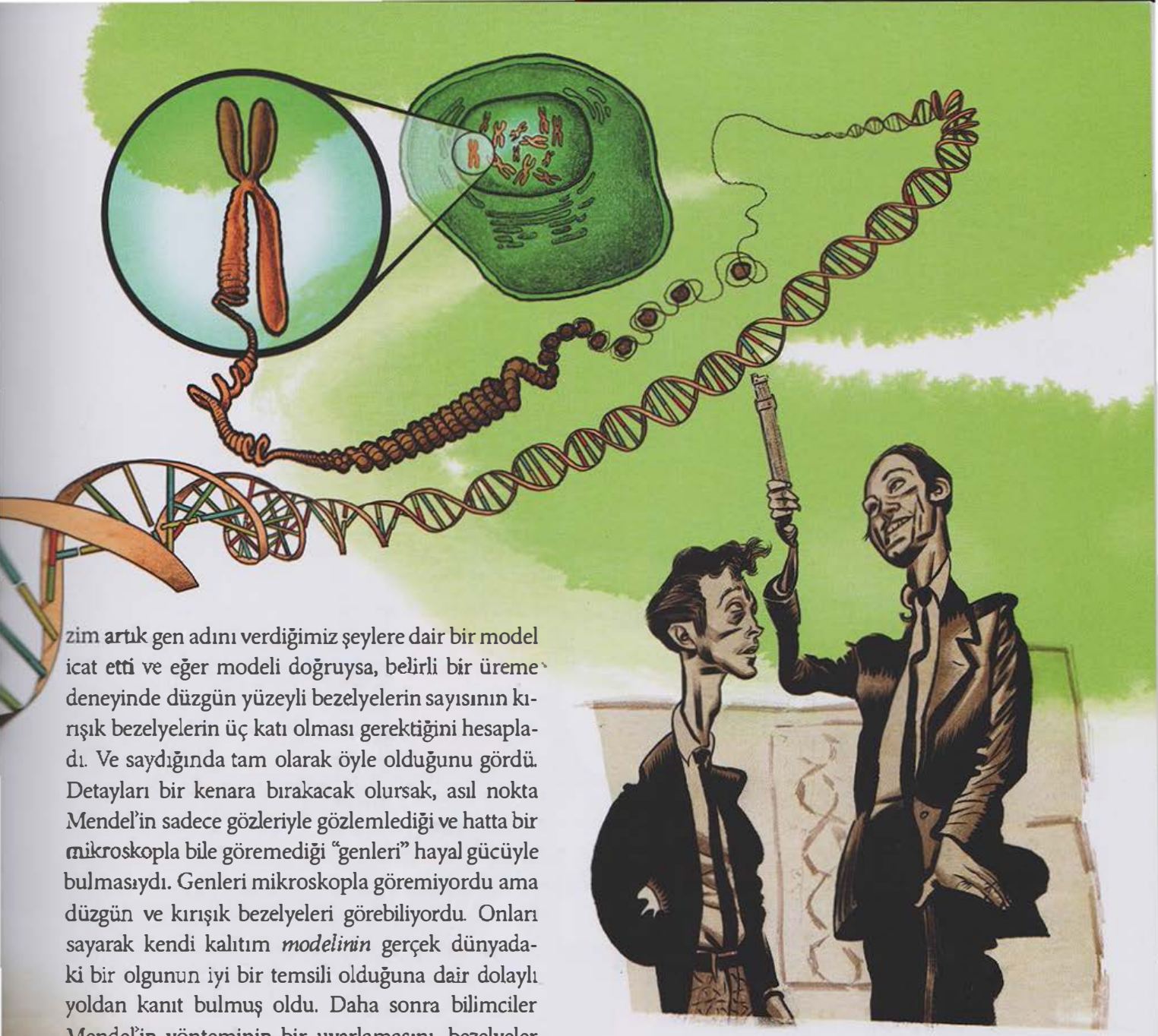
Modeller: hayalgücümüzü sınamak

Beş duyumuz doğrudan tespit edemediği zamanlarda, neyin gerçek olduğunu anlamak için, bilimcilerin kullandıkları az bilinen bir yöntem var. Bu, orada neler dönüyor *olabileceğinin* test edilebilir bir "model"inden faydalanma yoludur. Orada ne olabileceğini hayal ederiz, veya tahmin ederiz de diyebilirsiniz. Buna model denir. Daha sonra, (genellikle başka ölçüm cihazlarının yardımıyla) model doğru olduğu takdirde ne görmemiz ya da ne duymamız gerektiğinin (genellikle matematiksel hesaplamalar yapmak suretiyle) çıkarımını yaparız. Sonrasında da bunun gerçekten de gözlemlediğimiz şey olup olmadığına bakarız. Model gerçek anlamda tahta ve plastikten bir maket olabileceği gibi, kâğıt üzerindeki birkaç satır matematik denklemi ya da bilgisayardaki bir *benzetim* da olabilir. Modele dikkatlice bakarız, eğer model doğruysa, duyularımızla (ve belki de ilave araçlar yardımıyla) ne görmemiz (ya da duymamız vs.) gerektiğini belirleriz. Sonra da bu çıkarımların doğru ya da yanlış olup olmadıklarına bakarız. Eğer doğrularsa, bu, modelin sahiden de gerçekliği temsil ettiğine dair güvenimizi artırır; sonra bulguları biraz daha test etmek ve doğrulamak için, belki de modeli tekrar gözden geçirerek daha ileri deneyler tasarlamaya devam ederiz. Eğer çıkarımlarımız yanlışsa, modeli kabul etmeyiz ya da bazı değişiklikler yaparak tekrar deneriz.

İşte size bir örnek: Bugünlerde biliyoruz ki genler (kalıtımın birimleri) DNA denilen şeyden oluşur. DNA ve nasıl çalıştığı hakkında oldukça fazla şey biliyoruz. Ama çok güçlü bir mikroskopla bile DNA'nın neye benzediğinin detaylarını göremeyiz. DNA hakkında bildiğimiz hemen her şey dolaylı olarak oluşturduğumuz modellerden ve bu modellerin sınanmasından geliyor.

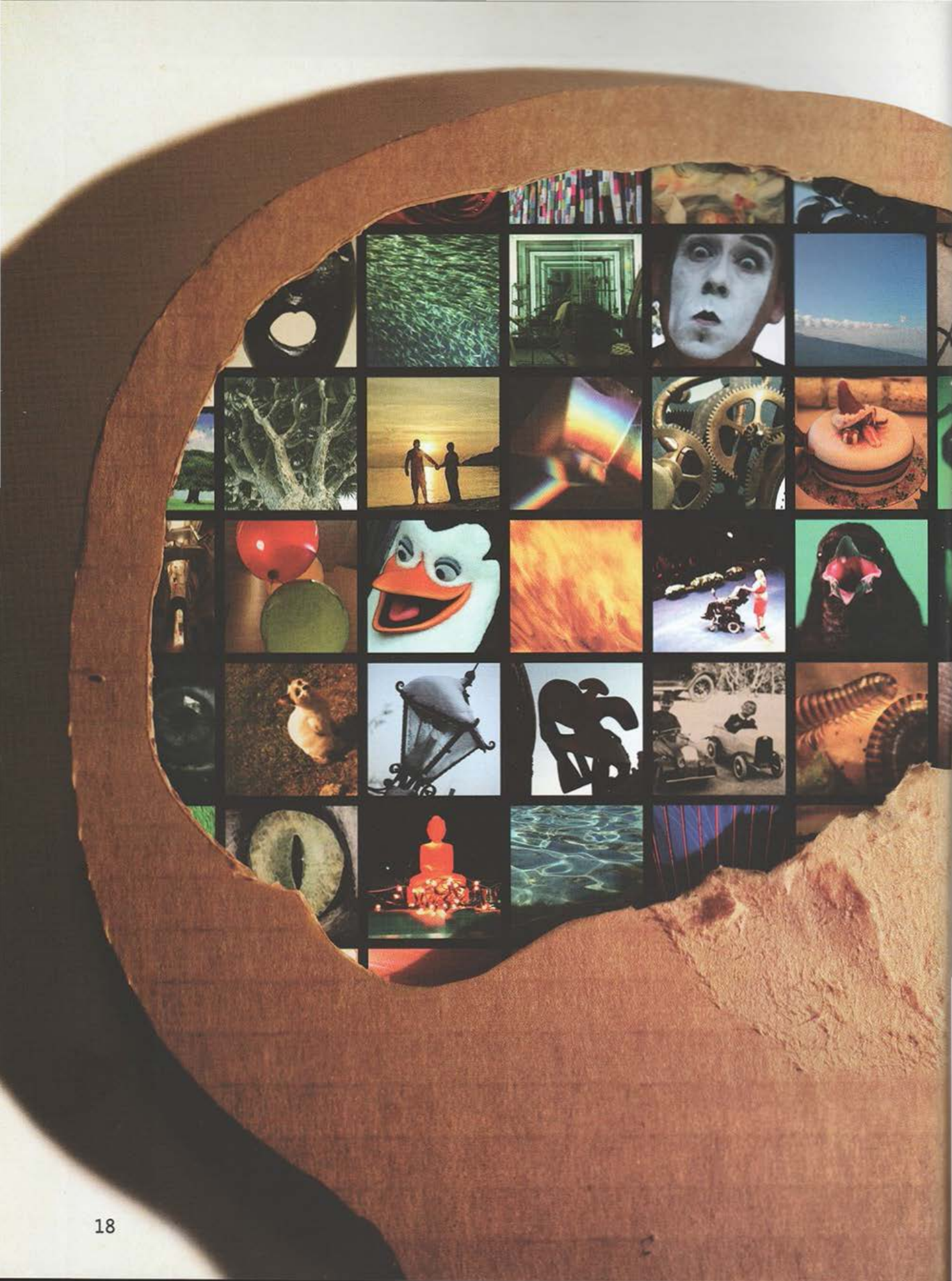
Aslında, DNA'nın ne olduğunu kimse bilmezden çok önce bile, bilimciler modellerin tahminlerini test ederek genler hakkında birçok bilgiye ulaşmıştı. On dokuzuncu yüzyılda Avusturyalı rahip Gregor Mendel, kilisesinin bahçesinde çok miktarda bezelye üreterek deneyler yaptı. Çiçeklerinin renklerine ya da bezelye tanelerinin kırışık veya düzgün oluşlarına göre nesiller boyu bitkileri saydı. Tek gördüğü bezelye taneleri ve çiçeklerdi ve gözlerini bu farklı tipteki çiçekleri ve bezelyeleri saymak için kullanabiliyordu. Mendel öyle isimlendirmemiş olsa da bi-





zim artık gen adını verdiğimiz şeylere dair bir model icat etti ve eğer modeli doğruysa, belirli bir üreme deneyinde düzgün yüzeyli bezelyelerin sayısının kırışık bezelyelerin üç katı olması gerektiğini hesapladı. Ve saydığında tam olarak öyle olduğunu gördü. Detayları bir kenara bırakacak olursak, asıl nokta Mendel'in sadece gözleriyle gözlemlediği ve hatta bir mikroskopla bile göremediği "genleri" hayal gücüyle bulmasıydı. Genleri mikroskopla göremiyordu ama düzgün ve kırışık bezelyeleri görebiliyordu. Onları sayarak kendi kalıtım *modelinin* gerçek dünyadaki bir olgunun iyi bir temsili olduğuna dair dolaylı yoldan kanıt bulmuş oldu. Daha sonra bilimciler Mendel'in yönteminin bir uyarlamasını, bezelyeler yerine meyve sinekleri gibi başka canlılar üzerinde, genlerin kromozom adı verilen (insanlarda kırk altı, meyve sineklerinde sekiz adet bulunan) şeritler üzerinde belli bir sırayla dizildiğini göstermek için kullandılar. Hatta modelleri test ederek, genlerin kromozom üzerinde tam olarak hangi sırada dizildiğini anlamak bile mümkün oldu. Tüm bunlar biz genlerin DNA'dan oluştuğunu bilmeden önce yapılmıştı.

Bugünlerde genlerin DNA'dan oluştuğunu biliyoruz ve DNA'nın tam olarak nasıl çalıştığını da, James Watson ve Francis Crick ve onların ardından gelen birçok bilimci sayesinde biliyoruz. Watson ve Crick DNA'yı kendi gözleriyle göremiyorlardı. Onlar da, modeller hayal ederek ve onları test ederek buluşlarını yaptılar. Gerçekten de metal ve kartondan DNA'nın neye benziyor olabileceğinin modellerini inşa ettiler ve bu modellerin doğru olması durumunda belirli ölçümlerin hangi değerlerde çıkması gerektiğini hesap ettiler. Modellerden, ikili-sarmal olarak adlandırılan modelin çıkarımları, Rosalind Franklin ve Maurice Wilkins'in saflaştırılmış DNA kristallerine x-ışını göndermeyi de içeren özel araçlar kullanarak yaptıkları ölçümlere tamı tamına uyuyordu. Watson ve Crick, DNA yapısına dair modellerinin,





Gregor Mendel'in kilisesinin bahçesinde gözlemlediği sonuçları tam olarak üretebileceğini de hemen fark ettiler.

Demek ki, neyin gerçek olduğunu anlamamızın üç yolu var. Doğrudan, beş duyumuzu kullanarak anlayabiliriz. Dolaylı olarak, teleskop, mikroskop gibi özel araçların yardımıyla, ama yine beş duyumuzla anlayabiliriz. Veya daha da dolaylı olarak, neyin gerçek *olabileceğine* dair modeller yaratıp, bu modelleri, gördüğümüz (ya da duyduğumuz vs.) şeyleri başarılı bir şekilde tahmin edip edemediklerine göre test ederek gerçeği tespit edebiliriz. Sonuç olarak, öyle ya da böyle, iş her zaman duyularımıza geliyor.

Peki bu, gerçekliğin sadece doğrudan veya dolaylı olarak, duyularımızla ya da bilimsel yöntemlerle tespit edilebilen şeylerden ibaret olduğu anlamına mı geliyor? Peki ya kıskançlık ve neşe, mutluluk ve aşk gibi şeyler? Bunlar da gerçek değil mi?

Evet, gerçekler. Ancak onların gerçeklikleri beyne dayanıyor; hiç şüphesiz, insan beynine ve bir ihtimal şempanze, köpek ve balina gibi diğer gelişmiş canlıların beyinlerine de. Kayalar neşeyi veya kıskançlığı hissedemez, dağlar âşık olmaz. Bu duygular, onları tecrübe edenler için oldukça gerçektirler ama beyinler olmasa bu duygular da olmazdı. Bu gibi duyguların ve belki de hayal bile edemeyeceğimiz başka duyguların, diğer gezegenlerde var olabilmeleri mümkün, ama ancak ve ancak, bu gezegenlerde beyinler ya da beyin eşdeğeri (evrenin başka bir yerinde ne garip düşünme organları ya da hisseden makineler pusuda bekliyordur kim bilir) bir şeyler mevcutsa.

Bilim ve doğaüstü olaylar: açıklama ve onun düşmanı

Demek ki gerçeklik budur ve bu saydıklarım da bir şeyin gerçek olup olmadığını nasıl anlayabileceğimizin yollarıydı. Bu kitabın her bir bölümü, gerçekliğin belirli bir yönünü ele alacak; örneğin güneş ya da depremler ya da gökkuşağı ya da birçok farklı hayvan çeşidi. Şimdi bu bölümün başlığındaki diğer anahtar kelimeye yani büyüye dönmek istiyorum. Büyü biraz kaypak bir kelime: genellikle üç farklı şekilde kullanılır ve önce benim de bunları birbirinden ayırmam gerekiyor. İlkine "doğaüstü büyü" diyeceğim, ikincisine "sahne büyüsü (sihir)", üçüncüsüne de (ki bu benim başlıkta kullanmak istediğim favori anlam) "şiirsel büyü" diyeceğim.



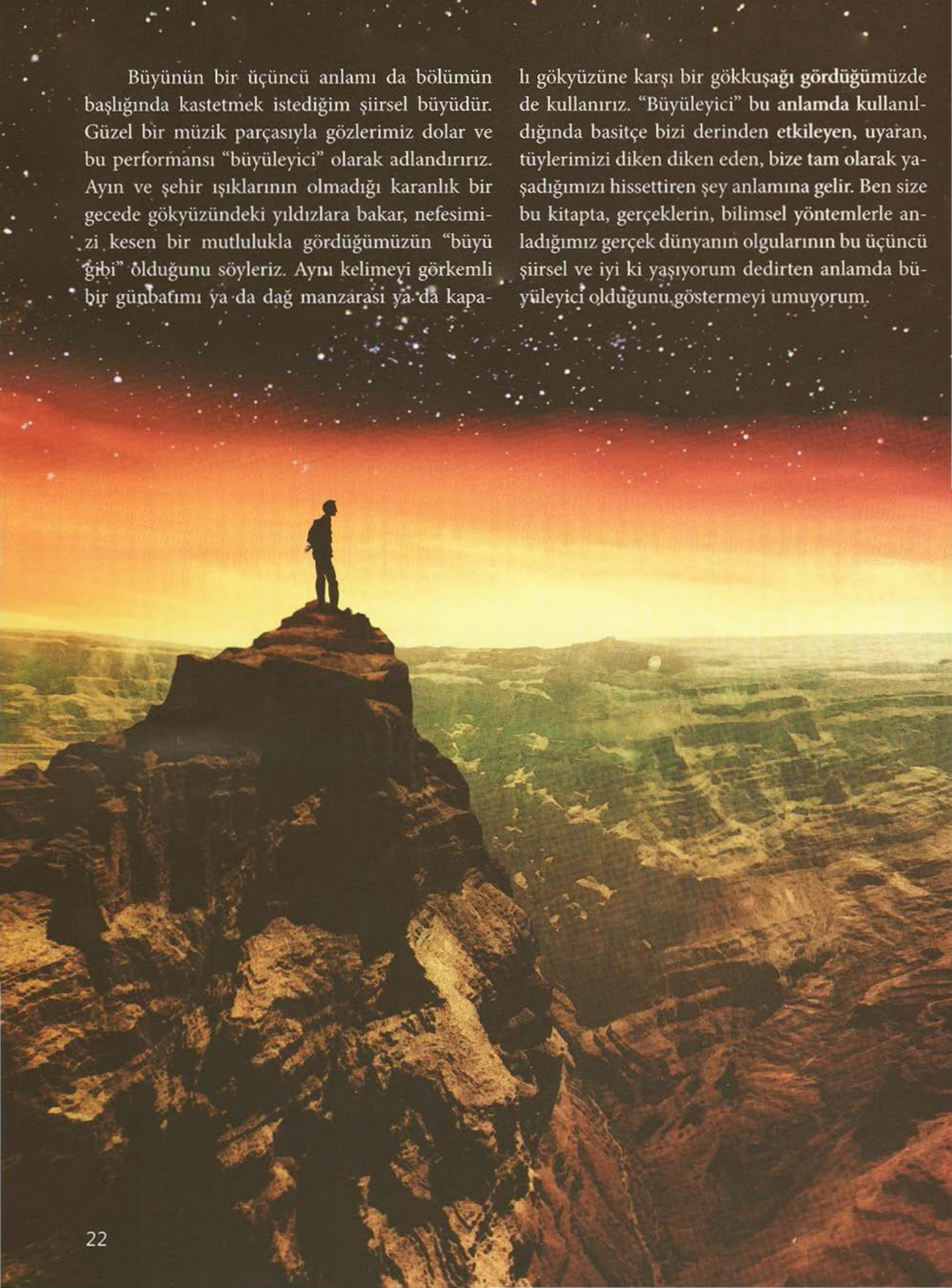
Doğaüstü büyü dediğimiz tipteki büyü, mitlerde ve peri masallarında (veya "mucizeler"de, ama onu şimdilik bir kenara bırakıp kitabın son bölümünde geri döneceğim) rastladıklarımızdır. Alaaddin'in lambasındaki, cadıların büyülerindeki, Grimm Kardeşler'deki, Hans Christian Anderson'un ve J. K. Rowling'in hikâyelerindeki büyü, bu büyüdür. Bir cadının bir prensi kurbağaya dönüştürmesindeki ya da bir perinin balkabağını pırıltılı bir at arabasına dönüştürmesindeki kurmaca büyüdür. Tüm bunlar çocukluğumuzdan sevgiyle andığımız hikâyelerdir ve çoğumuz hâlâ geleneksel Noel gösterilerinde anlatıldığında bunları keyifle dinleriz, ama hepimiz biliyoruz ki bu tip büyü sadece kurmacadır ve gerçekte böyle şeyler olmaz.

Sahnede yapılan büyü, yani sihir ise tam tersine gerçekten de vardır ve çok eğlencelidir. Ya da en azından, seyircinin düşündüğü şey olmasa da gerçekten *bir şeyler* olmaktadır. Sahnedeki bir adam (nedense genellikle bir adam olur ama isterseniz kadın da diyebilirsiniz) *gerçekte* olan şey oldukça farklıyken, çok hayret verici (ve hatta doğaüstü *görünen*) bir şeyin gerçekleşmekte olduğunu düşünmemizi sağlayarak bizi kandırır. İpek mendiller tavşanlara dönüşemez, tıpkı kurbağaların prenslere dönüşemediği gibi. Sahnede gördüğümüz şey sadece bir numaradır. Gözlerimiz bizi yanıltır. Daha doğrusu sihirbaz, belki de sözcükleri akıllıca kullanarak, dikkatimizi ellerinin yaptığından uzaklaştırıp gözlerimizi yanıltmak için büyük çaba harcar.

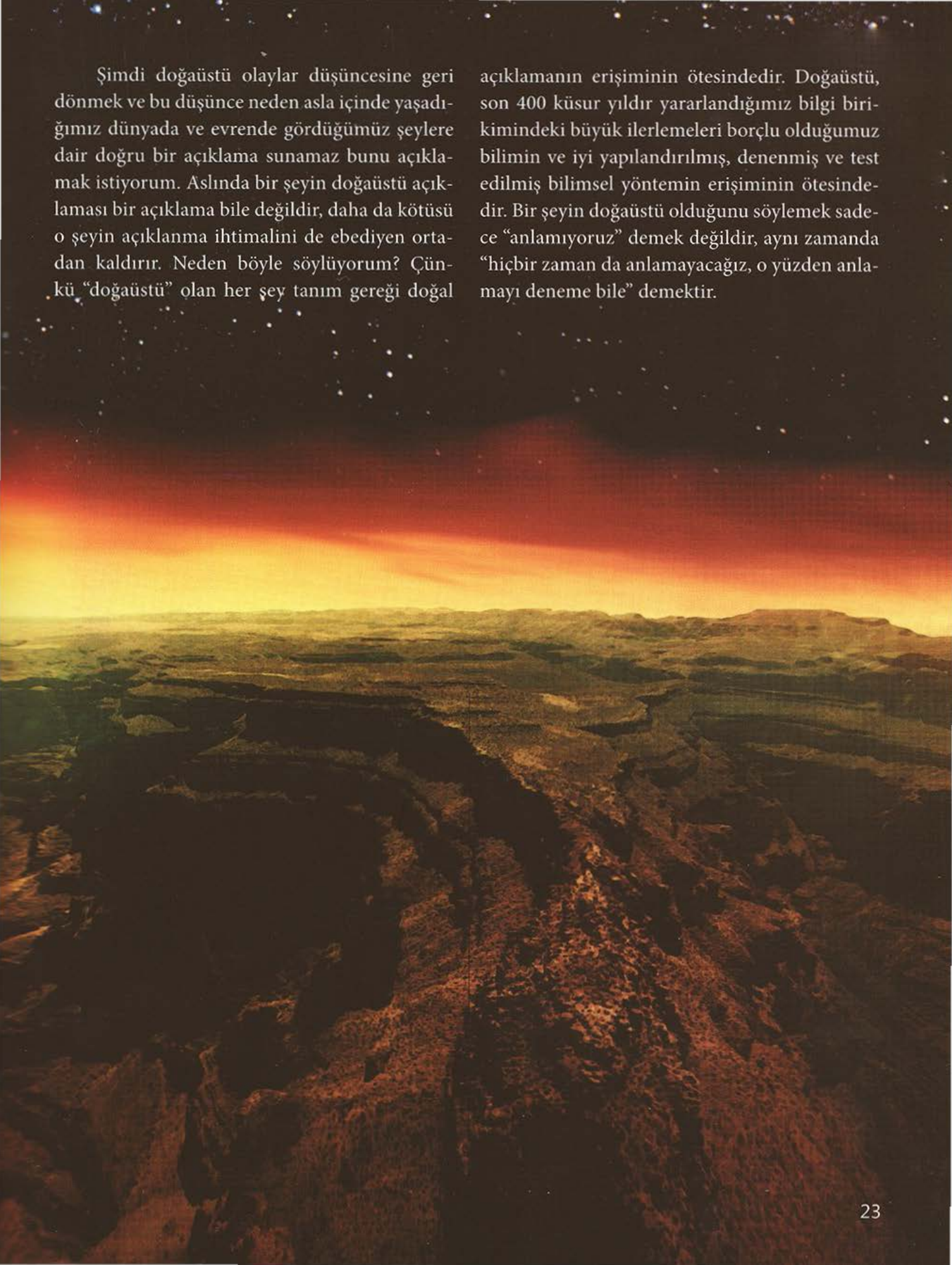


Bazı sihirbazlar dürüsttür ve izleyicilerinin sahnede gerçekleşenin bir numaradan ibaret olduğunu bildiklerinden emin olmak için uğraşırlar. Bunu söylerken James "Muhteşem" Randi ya da Penn ve Teller ya da Derren Brown gibi isimleri düşünerek söylüyorum. Bu takdir edilesi sihirbazlar numarayı *nasıl* yaptıklarını tam olarak anlatmasalar da, (çünkü anlatsalar belki de sihirbazlar kulübünden kovulurlardı), gösterilerin doğaüstü bir sihir içermediğini izleyicinin bildiğinden emin olmak için gerekeni yaparlar. Diğerleri yaptıklarının bir numara olduğunu açıkça söylemezler ama yaptıkları için abartılmış iddialarda da bulunmazlar; alenen yalan söylemeden izleyiciyi keyifli bir gizemle baş başa bırakırlar. Ancak maalesef, bile bile dürüst olmayan ve sanki "doğaüstü" ya da "paranormal" güçleri varmış gibi davranan sihirbazlar da var: böyleleri sadece düşünce gücüyle metalleri büküp saatleri durdurabildiklerini iddia edebilirler. Bu sahtekârlardan ("şarlatan" bu gibi kimseler için uygun bir kelimedir) bazıları, "psişik güçlerini" kullanarak nerenin kazılması gerektiğini anlayabildiklerini iddia edip maden ya da petrol şirketlerinden büyük paralar alırlar. Başka şarlatanlar ise, ölülerle iletişim kurabildiklerini iddia ederek yas tutan insanları istismar ederler. İşler bu noktaya varınca artık keyif vermekten, eğlenceli olmaktan çıkar, insanların saflıklarından ve üzüntülerinden faydalanmaya dönüşür. Bazıları bu sahtekârların ölülerle konuştuklarına içtenlikle inanabilir.

Büyünün bir üçüncü anlamı da bölümün başlığında kastetmek istediğim şiirsel büyüdür. Güzel bir müzik parçasıyla gözlerimiz dolar ve bu performansı "büyüleyici" olarak adlandırırız. Ayın ve şehir ışıklarının olmadığı karanlık bir gecede gökyüzündeki yıldızlara bakar, nefesimizi kesen bir mutlulukla gördüğümüzün "büyü gibi" olduğunu söyleriz. Aynı kelimeyi görkemli bir günbatımı ya da dağ manzarası ya da kapalı gökyüzüne karşı bir gökkuşağı gördüğümüzde de kullanırız. "Büyüleyici" bu anlamda kullanıldığında basitçe bizi derinden etkileyen, uyaran, tüylerimizi diken diken eden, bize tam olarak yaşadığımızı hissettiren şey anlamına gelir. Ben size bu kitapta, gerçeklerin, bilimsel yöntemlerle anladığımız gerçek dünyanın olgularının bu üçüncü şiirsel ve iyi ki yaşıyorum dedirten anlamda büyüleyici olduğunu göstermeyi umuyorum.



Şimdi doğaüstü olaylar düşüncesine geri dönmek ve bu düşünce neden asla içinde yaşadığımız dünyada ve evrende gördüğümüz şeylere dair doğru bir açıklama sunamaz bunu açıklamak istiyorum. Aslında bir şeyin doğaüstü açıklaması bir açıklama bile değildir, daha da kötüsü o şeyin açıklanma ihtimalini de ebediyen ortadan kaldırır. Neden böyle söylüyorum? Çünkü "doğaüstü" olan her şey tanım gereği doğal açıklamanın erişiminin ötesindedir. Doğaüstü, son 400 küsur yıldır yararlandığımız bilgi birikimindeki büyük ilerlemeleri borçlu olduğumuz bilimin ve iyi yapılandırılmış, denenmiş ve test edilmiş bilimsel yöntemin erişiminin ötesindedir. Bir şeyin doğaüstü olduğunu söylemek sadece "anlamıyoruz" demek değildir, aynı zamanda "hiçbir zaman da anlamayacağız, o yüzden anlamayı deneme bile" demektir.

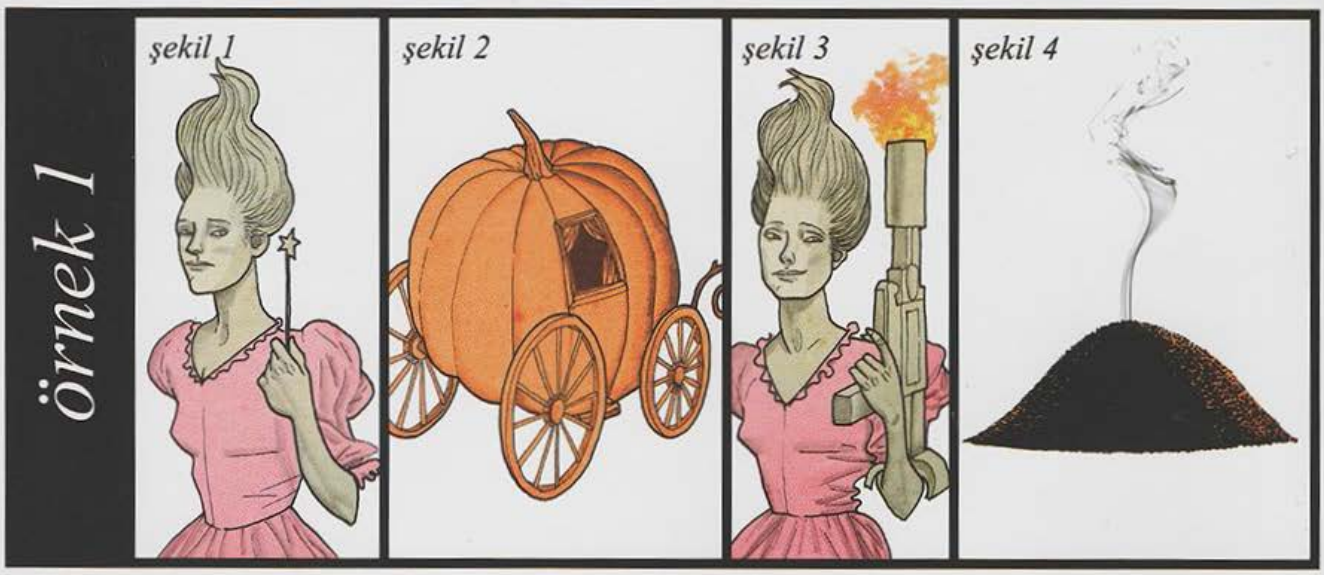


Bilim tam tersi bir yaklaşım sergiler. Bilimin gücü şimdilik her şeyi açıklamaya yetmez ama başarılı olmasını sağlayan şey de bu yetersizliktir. Bilim bunu sorular sormaya, olası modeller yaratmaya ve test etmeye, böylelikle doğruya giden yolu santim santim açmaya devam etmek için bir itici güç olarak kullanır. Bugünkü gerçeklik algımızın dışında bir şey gerçekleşecek olursa, bilimciler bu durumu, şimdiki modellerinde bir sorun olduğu ve bu modeli terk etmek ya da değiştirmek gerektiği şeklinde yorumlarlar. Doğru olana adım adım yaklaşmamız işte bu düzeltmeler ve arkasından gelen test etmeler yoluyla olur.

Bir cinayet karşısında şaşırıp kalan ve olayı çözmeyi denemek için bile çok tembel olup "doğaüstü" diyerek dosyayı kapatan bir dedektif hakkında ne düşünürdünüz? Bir zamanlar (kızgın ya da mutlu tanrılar, şeytanlar, cadılar, ruhlar, lanetler ya da büyülerin yol açtığı) doğaüstü bir olayın sonucu olarak görülen şeylerin aslında anlayabileceğimiz, test edebileceğimiz ve güvenebileceğimiz doğal açıklamaları olduğunu tüm bilim tarihi boyunca gördük. Bilimin henüz doğal açıklamalarda bulunamadığı şeylerin doğaüstü bir nedenden kaynaklandığına inanmamız için kesinlikle hiçbir neden yok, tıpkı bir zamanlar insanların sandığı gibi volkanlara ya da depremlere ya da hastalıklara kızgın kutsal varlıkların neden olduğuna inanmamız için bir neden olmadığı gibi.

Elbette kimse bir kurbağanın bir prense (ya da prensin kurbağaya mıydı? Bir türlü hatırlayamam), veya bir balkabağının at arabasına dönüşebilmesinin mümkün olduğuna gerçekten inanmaz, ama böyle şeylerin gerçekte *neden* imkânsız olduğunu hiç durup düşündünüz mü? Bunu açıklamanın çeşitli yolları var. Benim favorim şu.

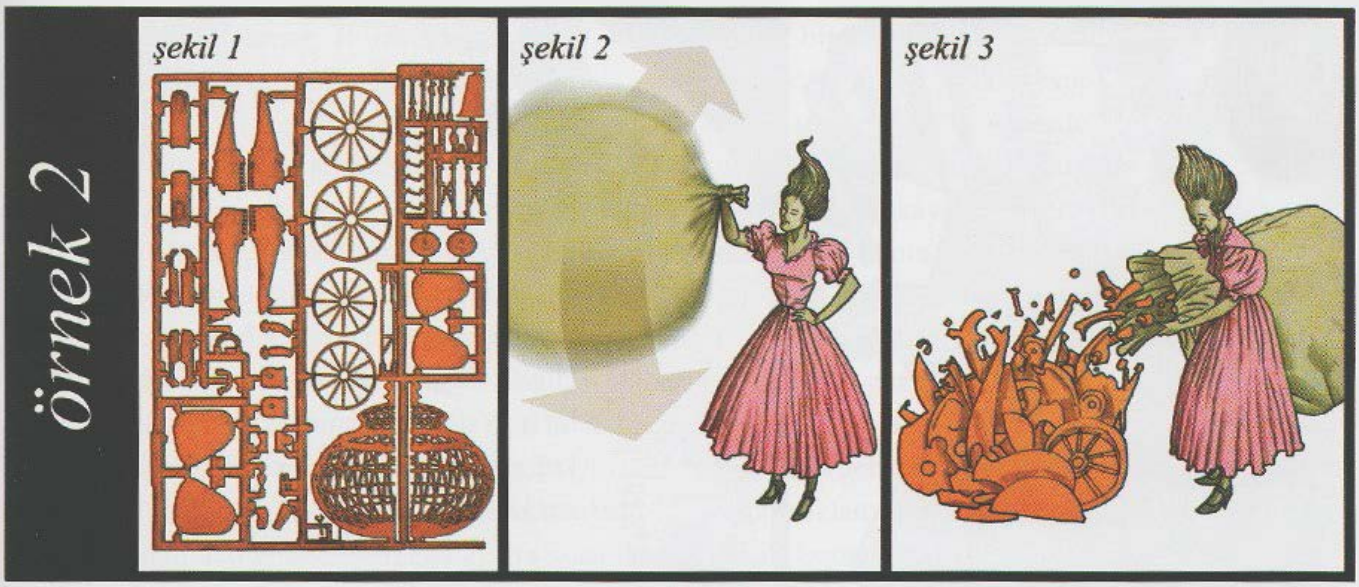
Kurbağalar ve at arabaları özel bir şekilde bir araya getirilmesi gereken çok sayıda parçadan oluşan karmaşık şeylerdir. Yani kazara (ya da bir değneğin hareketiyle) oluşamayacak bir yapıya sahiptirler, "karmaşık"tan kastım bu. Kurbağa ya da at arabası gibi karmaşık bir şeyi yapmak oldukça zordur. At arabası yapmak için tüm parçaları doğru biçimde bir araya getirmeniz gerekir. Bir marangozun ve diğer zanaatkârların hünerlerine ihtiyacınız vardır. At arabaları şans eseri veya parmağınızı şıklatıp "Abrakadabra" demenizle ortaya çıkıvermez. At arabasının belli bir



yapısı, karmaşıklığı, tekerlekler ve akslar, pencereler ve kapılar, yaylar ve kaplamalı koltuklar gibi kısımları vardır. At arabası gibi karmaşık bir şeyi, kül gibi basit bir şeye dönüştürmek görece kolay olurdu, perinin sihirli değneğinde, kıvılcım çıkaracak bir düzenek olması yeterdi. Hemen her şeyi küle çevirmek kolaydır. Ama kimse bir yığın külü ya da bir balkabağını alıp at arabasına çeviremez çünkü at arabası fazlasıyla karmaşıktır. Hatta at arabası sadece karmaşık değildir, ulaşım için insanlara fayda sağlayan bir nesne olduğu için *faydalı bir yönde* karmaşıktır.

Hadi işleri peri için biraz kolaylaştıralım. Perinin önünde balkabağı yerine, maket uçak yapmak için kullandığımız tek tek parçalardan oluşan setlere benzer şekilde, içinde bir at arabası oluşturmak için gerekli tüm *parçaların* karmakarışık durduğu bir koli olsun. At arabası yapmak için gerekli parça seti yüzlerce tahta kalas, cam levha, demir çubuk ve parmaklık, tomarla kaplama, çarşaf çarşaf deri ile birleştirmek için çiviler, tornavidalar ve kap kap yapıştırıcı içerirdi. Şimdi peri annenin düzenli bir sırayla kullanma kılavuzundaki talimatları okuyup parçaları birleştirmek yerine, hepsini dev bir bohçaya koyup çalkaladığını düşünün. Sizce parçaların tam da çalışır haldeki bir at arabası oluşturmak üzere bir araya gelip birbirlerine yapışma şansı nedir? Cevap hiçtir, yani sıfırdır. Bunun nedenlerinden biri şu: karmakarışık haldeki parçaları bir araya getirerek çalışan bir at arabası hatta çalışan *herhangi bir şey* oluşturamamanın yollarının sayısı, oluşturabilme yollarının sayısından çok ama çok daha fazladır.

Bir yığın parça alsanız ve rasgele etrafa savursanız, ara sıra işe yarar bir yapı oluşturacak ya da iyi kötü bir şeylere benzetebileceğimiz şekilde düşebilirler. Ancak bunun gerçekleşme yollarının sayısı, bizim onları bir hurda yığınından başka bir şeye benzetemeyeceğiniz şekilde düşmelerinin yollarıyla kıyaslanınca çok çok azdır. Bir hurda yığınını milyonlarca kez tekrar tekrar karıştırıp onları . . başka bir hurda yığını haline getirmenin milyonlarca yolu vardır. Parçaları her karıştırdığınızda daha önce görmediğiniz özgün bir yığın elde edersiniz ama bu milyonlarca olasılıktan sadece çok ama çok küçük bir grup yayıntı, (sizi baloya götürmek gibi) herhangi bir işe yarayan ya da tanıdık ya da hatırlanabilir bir şey halini alabilir.



Kimi durumlarda, bu parçacıkları karıştırabileceğimiz yolların sayısını saymak gerçekten de mümkündür, aynı bir deste iskambil kâğıdıyla yapabileceğimiz gibi. Bu örnekte söz konusu parçacıklarımız iskambil kâğıtları olsun.





Kartları dağıtanın desteyi kardığını ve dört oyuncuya, her birinde 13'er kart olacak şekilde kartları dağıttığını düşünün. Elime bakıyorum ve şaşkınlıktan nefesim kesiliyor. 13 *maçanın* 13'ü de bende! Maçaların hepsi.



Oyuna devam etmek için fazla ürktüğümden diğer üç oyuncuya, onların da benim kadar şaşıracaklarını bilerek elimi açıyorum.



Ancak teker teker diğer oyuncular da kartlarını masaya açtıklarında şaşkınlığımız her bir oyuncunun eliyle daha da artıyor. Her birinin eli "mükemmel", birinde 13 kupa, öbüründe 13 sinek diğerinde ise 13 karo var.

Böyle bir şey doğaüstü bir büyü mü olurdu? Öyle düşünmeye meyledebiliriz. Matematikçiler böylesi olağanüstü bir dağıtımın tamamen şans eseri denk gelebilmiş olmasının olasılığını hesaplayabilirler. Görünen o ki bu sayı mümkün olamayacak kadar küçük bir sayı 53.644.737.765.488.792.839.237.440.000'da 1. Bu sayıyı nasıl okumam gerektiğinden bile emin değilim! Bir trilyon yıl boyunca oturup kart oyunu oynayacak olursanız, böyle mükemmel bir el yakalama fırsatınız bir kere olabilir, o da belki. Ama, mesele şu ki, o el *gelebilecek diğer her elden* daha az olası değil! 52 karttan herhangi bir belirli elin gelme olasılığı 53.644.737.765.488.792.839.237.440.000'da 1, çünkü bu tüm olabilecek kart dağılımlarının toplam sayısı. Yalnızca biz dağıtılan ellerin büyük çoğunluğunda diğer belirli örüntüleri fark etmiyoruz, bize sıradan bir dağılımdan farklıymış izlenimi vermiyorlar. Biz sadece bir şekilde dikkatimizi çeken elleri fark ediyoruz.

Eğer parçalarını rasgele kombinasyonlarda yeniden düzenleyecek kadar caniyseniz, bir prensi dönüştürebileceğiniz milyarlarca şey var. Ama bu kombinasyonların çoğu tıpkı milyarlarca anlamsız kart dağılımında olduğu gibi hiçbir şeye benzemeyecektir. Rasgele karıştırılan bu parçaların kombinasyonlarından sadece küçücük bir azınlık ancak, (kurbağayı geçtim), tanınabilir ya da işe yarar bir şeye benzer.

Prensler kurbağaya, balkabakları at arabalarına dönüşmez çünkü kurbağalar ve at arabaları, parçaları neredeyse sonsuz tane hurda yığını şeklinde bir araya gelebilecekken gelmemiş olan karmaşık şeylerdir. Bir gerçek olarak artık biliyoruz ki yaşayan her canlı, her insan, her timsah, her karatavuk ve hatta her Brüksel lahanası aslen daha basit biçimlerden evrildiler. Yani *bu* sadece şanstan ibaret bir süreç ya da bir tür büyü mü? Hayır! Kesinlikle değil! Bu çok sık rastlanılan bir yanlış anlama, o yüzden gerçek hayatta gördüklerimizin neden ve nasıl, tesadüfen ya da şans eseri ya da "büyülü" bir şeylerle (tabii ki bizi huşu ve







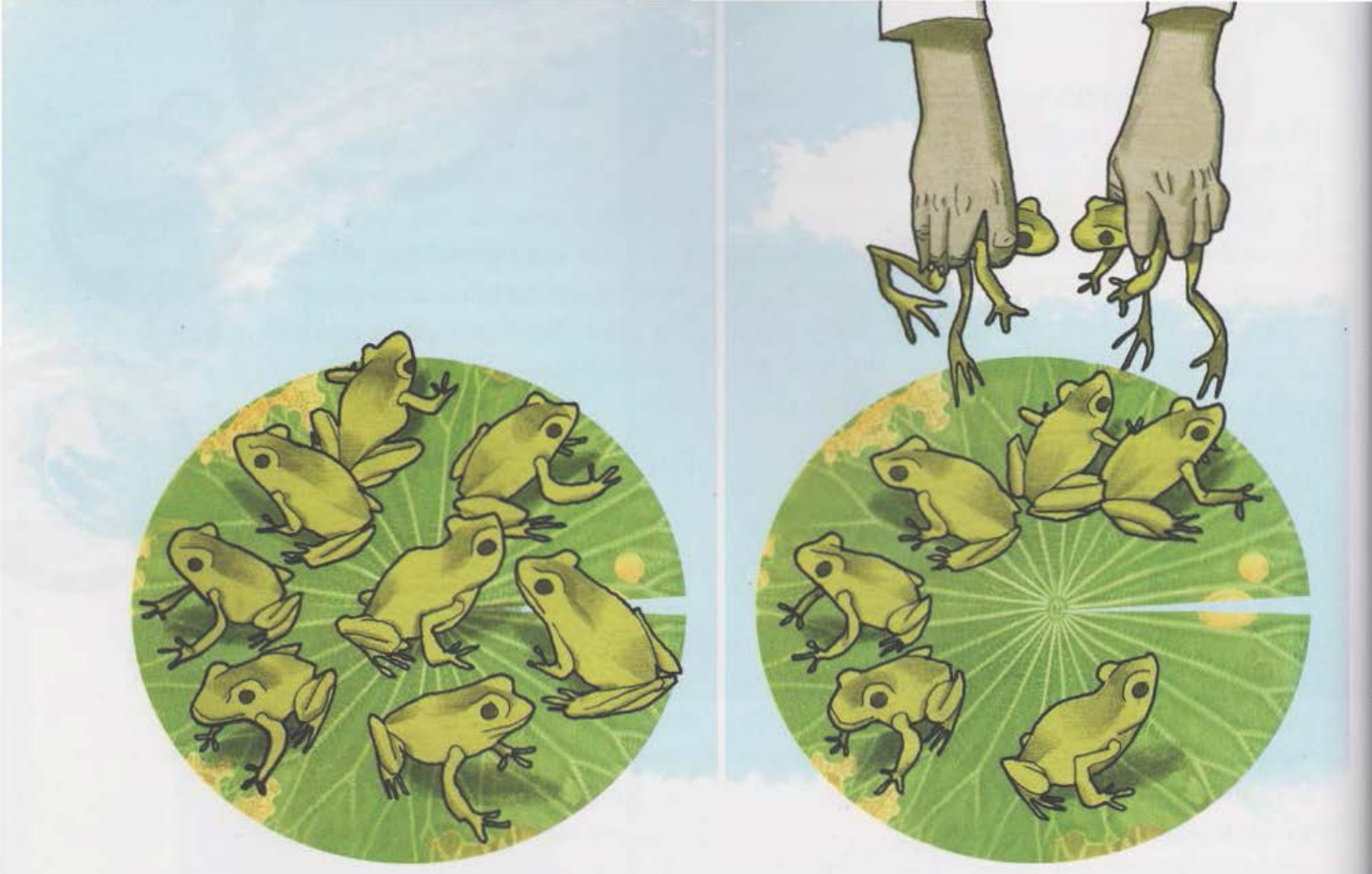
haz içinde bırakan şeyler için kullandığım şiirsel büyü anlamı hariç) uzaktan yakından ilgisi olmadığını şimdi açıklamak istiyorum.

Evrimin yavaş büyüsü

Peri masallarında olduğu gibi, bir karmaşık organizmayı tek bir adımda diğer bir karmaşık organizmaya çevirmek hakikaten de gerçekçi olasılıklar diyarının ötesinde bir şey olurdu. Ama karmaşık canlıların var olduğu bir *gerçek*. Peki bu canlılar nasıl ortaya çıktılar? Kurbağalar ve aslanlar, babunlar ve çam ağaçları, prensler ve balkabakları, siz ve ben gibi karmaşık şeyler gerçekte nasıl meydana geldiler? Tarihin büyük bir bölümü boyunca kimsenin düzgün bir şekilde cevaplayamadığı güç bir soruydu bu. O nedenle insanlar bunu açıklamak için hikâyeler uydurdular. Ama sonra bu soru, yaşamış en büyük bilimcilerden Charles Darwin tarafından, on dokuzuncu yüzyılda çok da ustalıklı bir şekilde cevaplandı. Bu bölümün geri kalanını bu cevabı kısaca açıklamak için kullanacağım, fakat bunu yaparken Darwin'in kendi anlatımından farklı bir anlatım kullanacağım.







Darwin'in bu soruya verdiği cevap şöyleydi: İnsanlar, timsahlar ve Brüksel lahanaları gibi karmaşık organizmalar, birdenbire, bir hamlede ortaya çıkmadı. Her yeni adımdaki canlı, adım adım, aşamalı olarak bir önceki adımda zaten var olandan azıcık daha farklılaştı. Uzun bacaklı bir kurbağa yaratmak istediğinizi düşünün. Amacınıza ulaşmak için hemen hemen istediğinize yakın bir başlangıç noktası belirleyin, örneğin kısa bacaklı kurbağalardan başlayın. Kısa bacaklı kurbağalarınızı şöyle bir inceleyin ve bacak boylarını ölçün. Bu kurbağaların diğerlerinden birazcık daha uzun bacaklı olanlarından birkaç erkek ve dişi seçip çiftleşmeleri için bırakın, daha kısa bacaklı olanların ise çiftleşmelerini tümden engelleyin.

Uzun bacaklı erkekler ve dişiler üreyecekler ve iribaşlar meydana getirecekler, bu iribaşlar da bacakları olan kurbağalara dönüşecek. Yeni nesildeki kurbağaların bacaklarını da ölçün ve yine ortalamadan daha uzun bacaklı olan erkek ve dişileri seçip üremeleri için bir araya koyun.

Bunu bir 10 nesil boyunca tekrarladıktan sonra ilginç bir şey fark etmeye başlayabilirsiniz. Kurbağa nüfusunuzun ortalama bacak boyu uzunluğu, başlangıçtaki nüfusun ortalama bacak boyu uzunluğundan fark edilebilir derecede fazla olacaktır. Hatta 10. nesildeki *tüm* kurbağaların ilk nesildeki herhangi bir kurbağadan daha uzun bacaklı olduğunu bile görebilirsiniz. Ya da belki de 10 nesil yeterli olmaz, 20 nesil hatta daha fazlası gerekebilir. Ama eninde sonunda gururla "eski kurbağalardan daha uzun bacaklı yeni bir kurbağa yaptım" diyebilirsiniz.

Bunu yapmak için ne bir sihirli değneğe ne de herhangi bir çeşit büyüye gerek var. Burada yaptığımız işlemin adı *seçici üretme*. Bu işlem, kurbağaların kendi aralarındaki çeşitlilikten ve bu çeşitliliğin sonraki nesillere, ebeveynlerden çocuklara genler yoluyla aktarılmasından faydalanır. Basitçe hangi kurbağaların üreyeceklerini hangilerinin üremeyeceklerini seçerek yeni bir tip kurbağa yapabiliriz.



Basit değil mi? Ama sadece uzun bacaklar yapmak yeterince etkileyici değil. Sonuçta bacakları daha kısa da olsa yine de kurbağalar ile işe koyulduk. Bir de daha kısa bacaklı kurbağalarla değil de, hepten kurbağa olmayan bir şeyle, örneğin daha çok semendere benzeyen bir şeyle bu işe başladığınızı düşünün. Semenderler, kurbağaların bacaklarıyla (en azından *arka* bacaklarıyla) kıyaslanınca oldukça kısa bacaklara sahipler ve onları zıplamak yerine yürümek için kullanırlar. Ayrıca semenderlerin uzun kuyrukları varken, kurbağalarda kuyruk bile yoktur ve semenderler çoğu kurbağadan daha ince ve uzundur. Ama binlerce nesil geçmesi için yeterince zaman verilirse, sabırla kurbağaya daha çok benzeyen dişi ve erkeklerin üremesine izin verip, kurbağaya daha az benzeyen bireylerin üremesini engelleyerek bir semender nüfusunun nasıl bir kurbağa nüfusuna dönüşebileceğini sanıyorum kafanızda canlandırabilirsiniz. Bu işlemin hiçbir adımında öyle büyük bir değişim görmezsiniz. Her nesil bir önceki nesle oldukça benzeyecektir. Ancak yeterince nesil geçtikten sonra ortalama kuyruk uzunluğunun biraz azaldığını, ortalama arka bacak uzunluğunun da biraz arttığını fark etmeye başlayabilirsiniz. Belirli bir sayıda nesli geride bıraktıktan sonra, eskisinden daha kısa kuyruklu ve daha uzun arka bacaklı bireyler, sürünmek yerine zıplamayı daha kolay bulmaya başlayabilirler. Bu böyle sürüp gider.

Tabi bu senaryoda kendimizi, varmaya çalıştığımız sonuca ulaşmak için çiftleşmesini istediğimiz dişileri ve erkekleri seçen birer yetiştirici olarak hayal ettiğimiz bir tablo çizdim. Çiftçiler bu tekniği, daha çok ürün veren ya da hastalığa daha dayanıklı ekinler ve hayvanlar üretmek gibi amaçlar için binyıllardır uyguluyorlar. Darwin bu sürecin işlemesi için bir *yetiştiricinin seçim yapmasına bile gerek olmadığını anlayan ilk kişiydi.* Darwin basitçe, bazı bireyler üreyecek kadar

yaşayamayıp bazıları yaşayabildiği için, tüm bu sürecin *doğal* olarak işleyebileceğini gördü. Üreyebilecek kadar uzun süre hayatta kalabilenler, kalamayanlardan daha iyi özelliklere sahip oldukları için yaşamlarını sürdürebiliyor ve üreyebiliyorlardı. Böylece onların çocukları da anne-babalarının hayatta kalmalarına yardımcı olan genleri almış oluyorlardı. İster semenderler ya da kurbağalar, ister kirpiler ya da hindiba otları söz konusu olsun, bir toplulukta her zaman hayatta kalmakta diğer bireylerden daha iyi olan bireyler olacaktır. Eğer uzun bacaklar, kurbağalar ve çekirgelere zıplayarak tehlikeden uzaklaşmakta, çitalara ceylanları kovalamakta, ceylanlara çitalardan kaçmakta yardımcı olacaksa, daha uzun bacaklı bireylerin ölme olasılığı, daha kısa bacaklı bireylerin ölme olasılığından daha az olacaktır. Böylece, uzun bacaklı bireylerin üreyecek kadar yaşamaları daha olası hale gelecektir. Ayrıca, çiftleşmek için uygun eş adayı olan bireyler arasında uzun bacaklılar çoğunlukta olacaktır. Dolayısıyla her yeni nesilde, uzun bacaklılık için gerekli genlerin bir sonraki nesle aktarılma şansı artar. Zamanla nüfusta uzun bacaklılık genini taşıyan bireylerin sayısı çoğalır. Yani bu doğal süreç, üremeleri için uzun bacaklı bireyleri seçen insan gibi akıllı bir tasarımcının yaratacağı etkiyle tam olarak aynı etkiyi yaratır. Tek bir farkla, *böyle bir tasarımcıya ihtiyaç duymadan*. Olan biten her şey, üremek için yeterince uzun bacaklı olanların üremesi, uzun bacaklı olmayanların ise üreyememesinin doğrudan bir sonucu olarak, doğal yollardan kendi başına gerçekleşir. Bu nedenle bu sürece *doğal seçilim* adını veriyoruz.

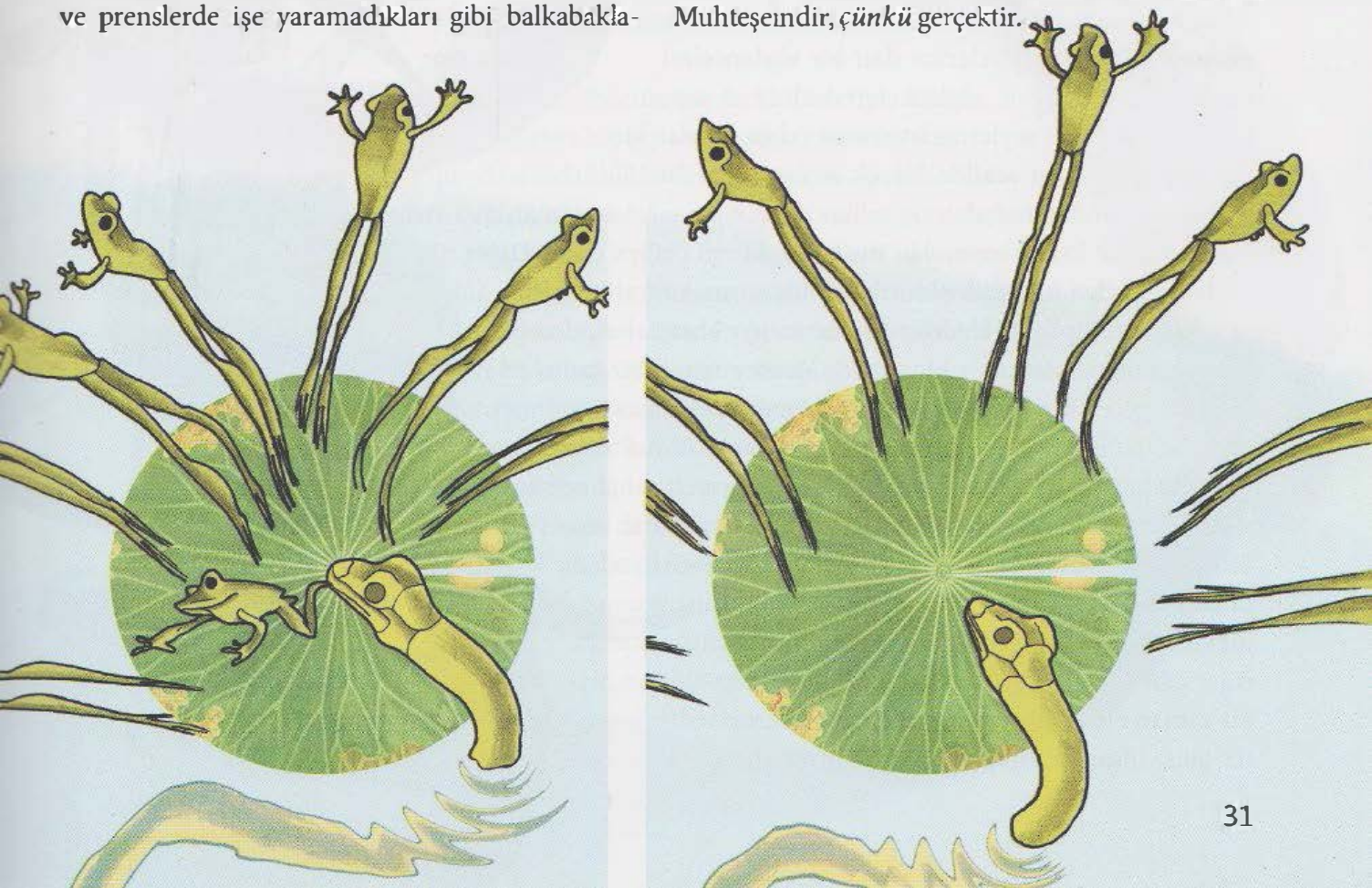
Yeterince nesil geçmesi için zaman tanınırsa, semendere benzeyen atalar kurbağaya benzeyen torunlara dönüşebilir. Daha da zaman tanınırsa balığa benzeyen atalar, maymuna benzeyen torunlara dönüşebilir. Daha daha çok zaman tanınırsa bakteriye benzeyen atalar insanlara benzeyen torunlara dönüşebilirler ve zaten tam olarak olan da budur. Bu şimdiye kadar yaşamış her hayvan ve bitkinin geçmişinde meydana gelmiş bir şeydir. Bunun için gerekli nesillerin sayısı sizin veya benim hayal edebileceğimizden çok daha fazladır ama dünya milyarlarca yıl yaşındadır ve fosillerden bildiğimiz kadarıyla yaşam, 3,5 milyar yıl önce başladı, yani evrimin gerçekleşmesi için yeterince zaman bulunuyordu.



İşte Darwin'in büyük fikri de budur ve adı da Doğal Seçilim Yoluyla Evrim'dir. Bu, insan zihninin bulduğu en önemli fikirlerden biridir. Dünya üzerindeki yaşamla ilgili bildiğimiz her şeyi açıklar. O kadar önemlidir ki, ilerleyen bölümlerde evrime geri döneceğim. Şimdilik sadece evrimin çok yavaş ve aşamalı olarak ilerlediğini anlamanız yeterli. Aslında prensler ve kurbağalar gibi karmaşık şeylerin var olmasını mümkün kılan da evrimin böyle çok aşamalı oluşudur. Bir kurbağanın büyüyle bir prense dönüşümü aşamalı değil, anidir ve bu olayı gerçeklik dünyasının dışına iten de bu aniliktir. Evrim ise olanlar için gerçek bir açıklamadır, gerçekten işe yarar ve evrimin doğruluğunu gösteren gerçek kanıtları vardır. Karmaşık yaşam biçimlerinin bir anda, (aşamalı olarak adım adım evrilmek yerine) tek bir hamlede ortaya çıktığını iddia eden her şey, perinin sihirli değneğinin kurmaca büyüsünden daha iyi olmayan tembel işi bir hikâyedir sadece.

Balkabaklarının at arabalarına dönüşmelerinde de durum aynıdır: büyülü sözler kurbağalar ve prenslerde işe yaramadıkları gibi balkabaklarında da işe yaramaz. At arabaları evrilmezler, en azından doğal yollardan prensler ve kurbağalar gibi evrilemezler. Ama yolcu uçakları, bilgisayarlar ve kilden yapılmış ok uçları gibi, at arabaları da, aslen kendileri evrilmiş *olan* insanların yapımıdırlar. İnsan beyni ve elleri doğal seçilimle evrilmiştir tıpkı semenderlerin kuyrukları, kurbağaların bacakları gibi. Evrilen insan beyni, at arabaları ve normal arabalar, makaslar ve senfoniler, çamaşır makineleri ve saatler tasarlama ve yaratma kabiliyetine sahiptir. Burada bir kez daha büyü yok. Bir kez daha düzenbazlık yok. Bir kez daha her şey güzelce ve basitçe açıklandı.

Bu kitabın geri kalanında size bilimsel olarak algılanabilir gerçek dünyanın kendine has büyüsünü göstermek istiyorum. Gerçek olan ve nasıl çalıştığını anladığımız ilham verici güzelliklerden oluşan, benim şiirsel dediğim büyüyü... Gerçek dünyanın gerçek güzelliği ve büyüsünün yanında, doğaüstü büyüler ve sihirler ucuz ve basit kalır. Gerçeğin büyüsü ne doğaüstüdür ne de kandırmacadır, sadece muhteşemdir. Muhteşem ve gerçektir. Muhteşemdir, *çünkü* gerçektir.



2 Kimdi BU ilk

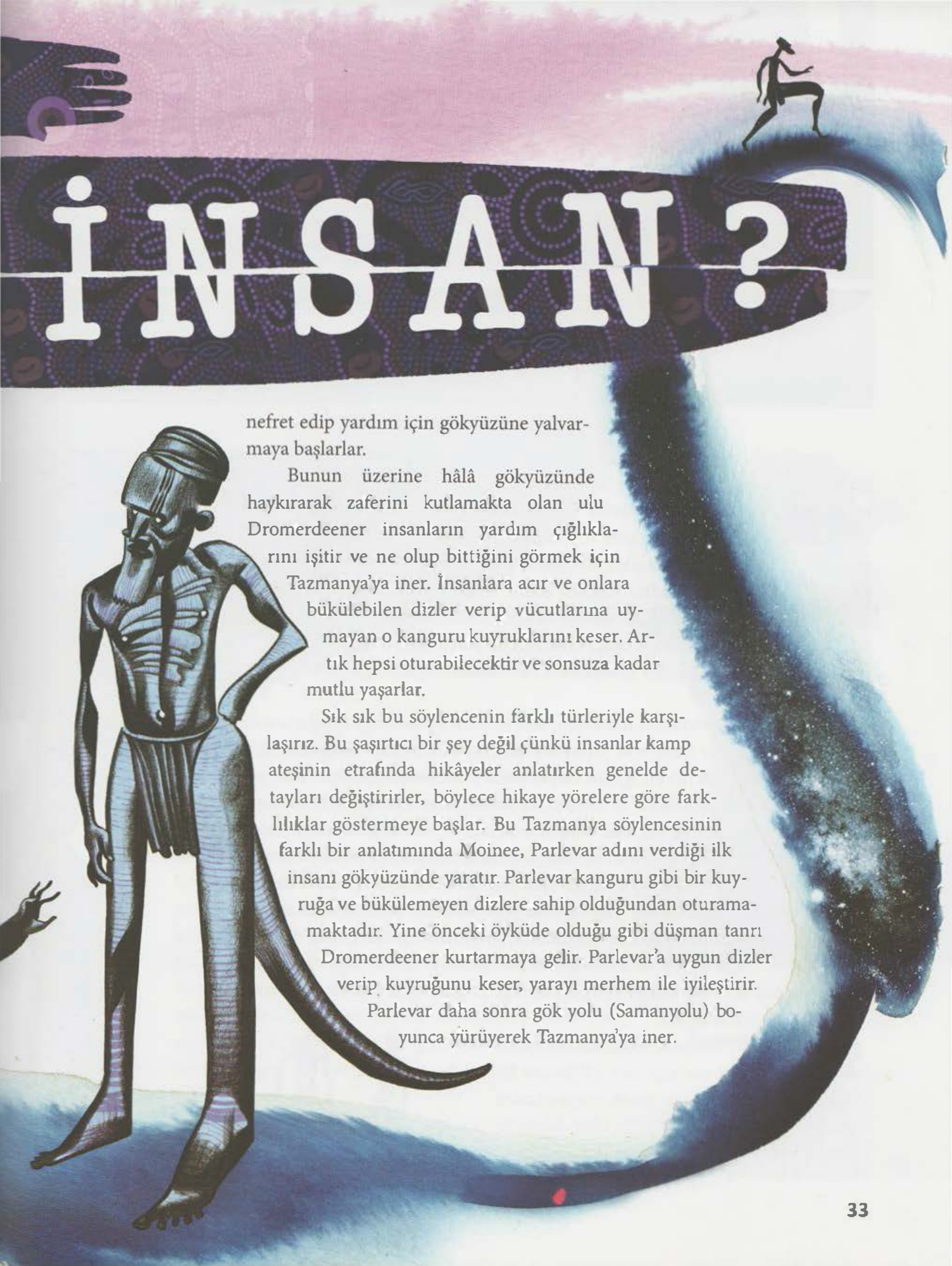


Bu kitaptaki çoğu bölümün başlığı bir sorudan oluşuyor. Amacım, bu sorulara cevap verebilmek ya da en azından olabilecek en olası cevabı vermektir, yani bilimin cevabını. Ama çoğunlukla önce masalsı cevaplarla başlayacağım çünkü bunlar ilginç ve eğlenceli oluyorlar ve bir zamanlar bunlara gerçekten inanan insanlar vardı. Bazıları şu anda bile inanıyor.

Dünyanın her yerinde insanların, kökenlerine yani nereden geldiklerine dair bir söylenceleri vardır. Birçok soyun söylenceleri sadece o soyun kökenine dair bir şeyler anlatır, sanki diğer soylar hiç yokmuş gibi! Aynı şekilde birçok soyun, insanları öldürmemeleri gerektiğine dair kuralları vardır ama "insanlardan" kastın sadece kendi soyundan insanlar olduğu ortaya çıkar. Diğer soylardan gelen insanları öldürmekte hiç sorun yoktur!

İşte size tipik söylencelerden Tazmanya aborjinlerinden bir grubun kökenlerine dair bir tanesi. Moinee isimli bir tanrı, yıldızlarda geçen bir savaş esnasında Dromerdeener isimli düşman bir tanrı tarafından yenilgiye uğratılır. Moinee ölmek üzereyken yıldızlardan Tazmanya'ya düşer. Ölmeden önce, istirahat mekânını son bir kez kutsamak ister ve insanları yaratmaya karar verir. Ancak ölmek üzere olduğunu bildiğinden öyle bir telâşe içindedir ki onlara diz vermeyi unutur, (hiç şüphesiz zor durumunun da dikkatini dağıtmasının verdiği) dalgınlıkla onlara kanguru gibi büyük kuyruklar verir, bu durum insanların hiçbir zaman oturamayacakları anlamına gelmektedir. Sonra da ölür. İnsanlar kanguru kuyruklu ve dizsiz olmaktan

İNSAN?



nefret edip yardım için gökyüzüne yalvarmaya başlarlar.

Bunun üzerine hâlâ gökyüzünde haykırarak zaferini kutlamakta olan ulu Dromerdeener insanların yardım çığlıklarını işitir ve ne olup bittiğini görmek için Tazmanya'ya iner. İnsanlara acır ve onlara bükülebilen dizler verip vücutlarına uymayan o kanguru kuyruklarını keser. Artık hepsi oturabilecektir ve sonsuza kadar mutlu yaşarlar.

Sık sık bu söylencenin farklı türleriyle karşılaşırız. Bu şaşırtıcı bir şey değil çünkü insanlar kamp ateşinin etrafında hikâyeler anlatırken genelde detayları değiştirirler, böylece hikaye yörelere göre farklılıklar göstermeye başlar. Bu Tazmanya söylencesinin farklı bir anlatımında Moinee, Parlevar adını verdiği ilk insanı gökyüzünde yaratır. Parlevar kanguru gibi bir kuyruğa ve bükülemeyen dizlere sahip olduğundan oturamamaktadır. Yine önceki öyküde olduğu gibi düşman tanrı Dromerdeener kurtarmaya gelir. Parlevar'a uygun dizler verip kuyruğunu keser, yarayı merhem ile iyileştirir. Parlevar daha sonra gök yolu (Samanyolu) boyunca yürüyerek Tazmanya'ya iner.

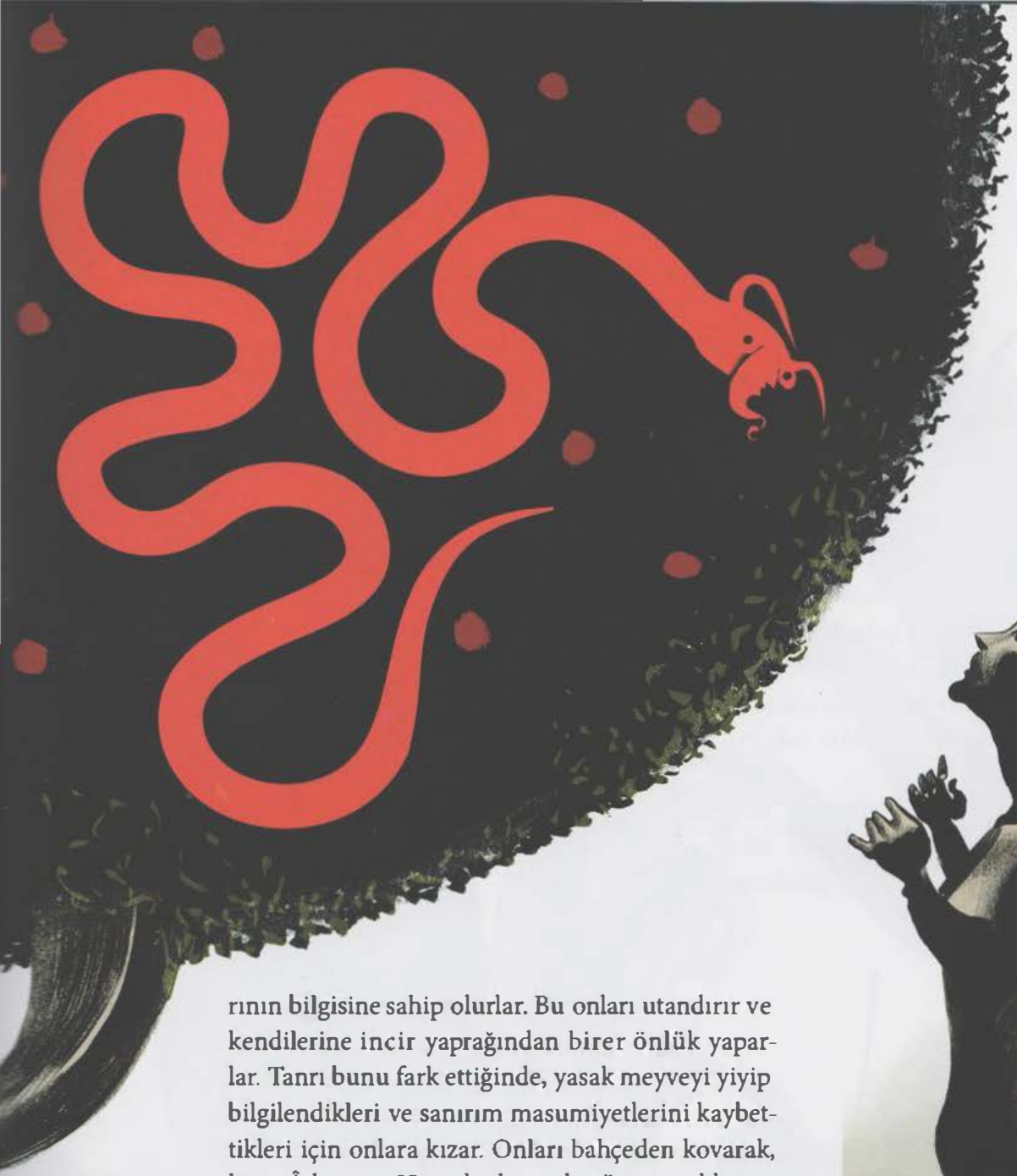


Orta Doğu'nun Musevi soylarının sadece bir tanrıları vardı ve Museviler bu tanrıyı düşman soyların tanrılarından üstün görüyorlardı. Bu tanrının çeşitli isimleri vardı ve insanların ona bu isimlerle seslenmeleri yasaktı. Söz konusu tanrı ilk insanı tozdan yaratır ve adını Âdem ("adam" anlamına gelir) koyar. Âdem'i kasten kendisine benzer şekilde yaratmıştır. Aslında tarihteki çoğu tanrı, erkek (veya bazen kadın) olarak resmedilir, genellikle dev gibidirler ve her zaman doğaüstü güçleri vardır.

Tanrı Âdem'i, (biri hariç tümünün) meyvelerini yiyebileceği ağaçlarla dolu Eden adı verilen bir cennet bahçesine yerleştirir. Bu yasak olan ağaç "iyiliğin ve kötülüğün bilgisi ağacıdır" ve tanrı Âdem'i bu ağacın meyvelerini yemeyeceğinden emin bir şekilde bırakır.

Daha sonra tanrı Âdem'in tek başına yalnızlık hissedeceğini fark edip bu konuda bir şeyler yapmak ister. İşte bu noktada, Dromerdeener ve Moinee'nin hikayesinde olduğu gibi, efsanenin iki farklı türüyle karşılaşıyoruz ve her iki tür de kutsal Yaratılış Kitabı'nda bulunuyor. Daha eğlenceli olan türe göre, tanrı tüm hayvanları Âdem'e yardımcı olmaları için yaratır ama hâlâ bir şeylerin eksik olduğuna karar verir: bir kadın! Böylece Âdem'i uyuşturup göğsünü açar, bir kaburgasını çıkarır ve göğsünü tekrar diker. Daha sonra bu kaburgadan bir kadın yetiştirir, tıpkı sizin kestiğiniz bir daldan yeni bir bitkiyi yetiştirebileceğiniz gibi. Ona Havva adını verir ve Âdem'e karısı olarak sunar.

Ne yazık ki bahçede kahrolası bir yılan vardır ve Havva'ya yanaşıp onu iyiliğin ve kötülüğün bilgisi ağacının yasak meyvesinden koparıp Âdem'e yedirmeye ikna eder. Âdem ve Havva meyveyi yerler ve derhal çıplak oldukla-



rının bilgisine sahip olurlar. Bu onları utandırır ve kendilerine incir yaprağından birer önlük yaparlar. Tanrı bunu fark ettiğinde, yasak meyveyi yiyip bilgilendikleri ve sanırım masumiyetlerini kaybettikleri için onlara kızar. Onları bahçeden kovarak, hem Âdem ve Havva'yı hem de tüm çocuklarını zorluklar ve acılarla dolu bir yaşamla lanetler. Bugüne kadar, Âdem ve Havva'nın korkunç itaatsizliğinin hikâyesi "ilk günah" adı altında hâlâ birçok insan tarafından ciddiye alınmaktadır. Hatta bazıları, (Âdem'in gerçekten var olmadığını kabul etmelerine rağmen) bu "ilk günahın" Âdem'den hepimize geçtiğini ve hepimizin Âdem'in suçunu paylaştığımıza inanırlar.

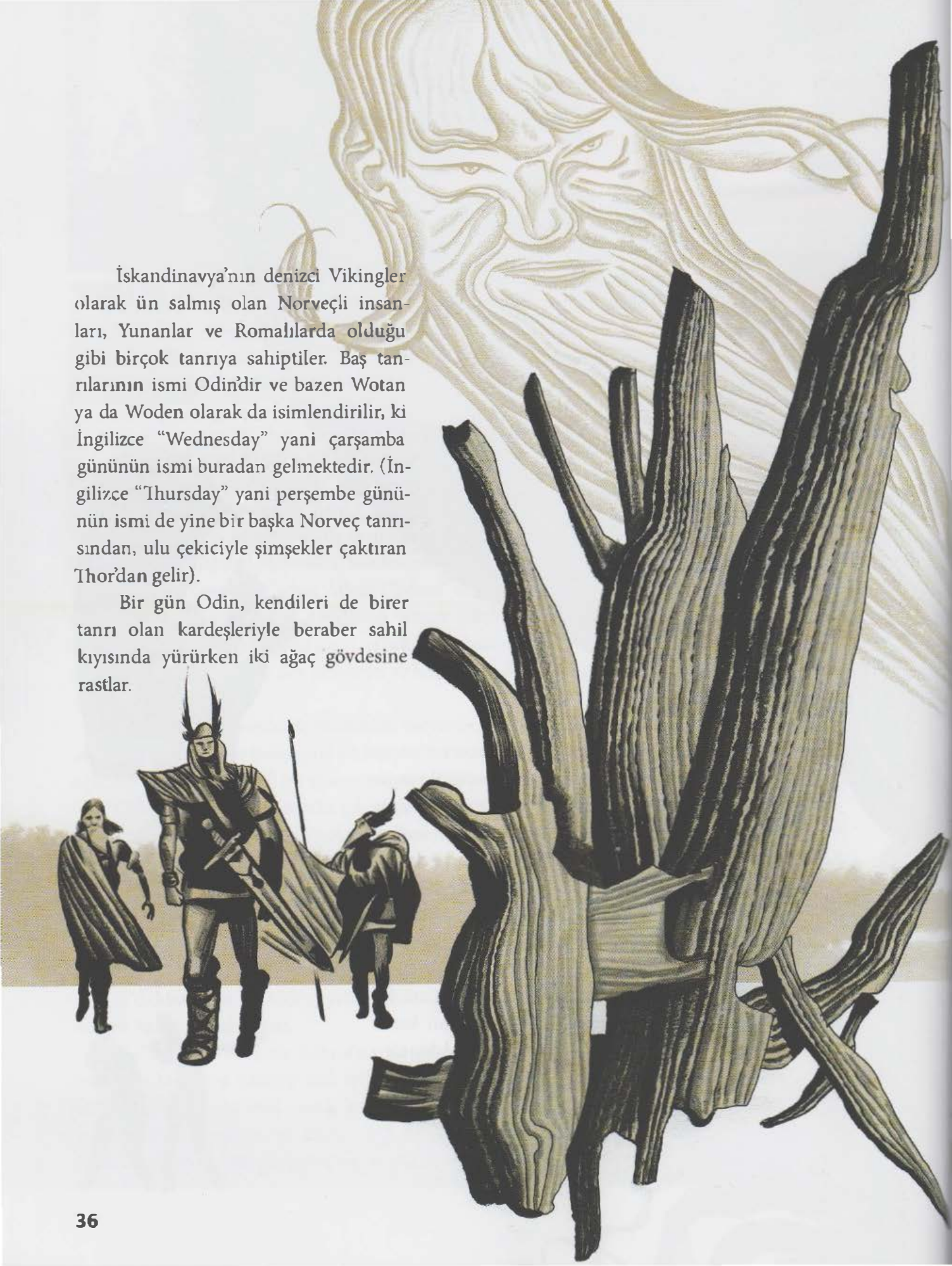






İskandinavya'nın denizci Vikingler olarak ün salmış olan Norveçli insanları, Yunanlar ve Romalılarda olduğu gibi birçok tanrıya sahiptiler. Baş tanrılarının ismi Odin'dir ve bazen Wotan ya da Woden olarak da isimlendirilir, ki İngilizce "Wednesday" yani çarşamba gününün ismi buradan gelmektedir. (İngilizce "Thursday" yani perşembe gününün ismi de yine bir başka Norveç tanrısından, ulu çekiciyle şimşekler çaktıran Thor'dan gelir).

Bir gün Odin, kendileri de birer tanrı olan kardeşleriyle beraber sahil kıyısında yürürken iki ağaç gövdesine rastlar.



Gövdelerden birini "Ask" adını verdikleri ilk adama, öbürünü de "Embla" adını verdikleri ilk kadına dönüştürürler. İlk adam ve kadının bedenlerini yaratan tanrılar daha sonra da onlara yaşamın nefesini verirler; bilinç, yüz ve konuşma armağanları da bunları takip eder.

Neden ağaç gövdeleri merak ediyorum. Neden buz sarkıtları ya da kum tepeleri değil? Kimin, neden bu hikâyeleri uydurduğunu merak etmek sizce de çok ilginç değil mi? Tahminen tüm bu efsaneleri ilk icat edenler bunların kurmaca olduğunu uydurdukları esnada biliyorlardı. Ya da birçok farklı insan, farklı zamanlarda, farklı yerlerde hikâyelerin farklı kısımlarını uydurdu; başka insanlar da bu parçaları aslında kurmaca olduğunu fark etmeden, belki de bazılarını değiştirerek bir araya getirdi mi dersiniz?

Masallar eğlencelidir ve onları tekrar etmeyi severiz. Ama kadim bir söylence ya da internette dolaşıp duran modern bir "şehir efsanesi" de olsa, eğlenceli bir hikâye duyduğumuzda durup bu hikâyenin ya da en azından herhangi bir parçasının doğru olup olmadığını sormaya da değer. Öyleyse hadi soralım, ilk insan kimdi? Ve bu sorunun doğru olan, bilimsel cevabına bir göz atalım.

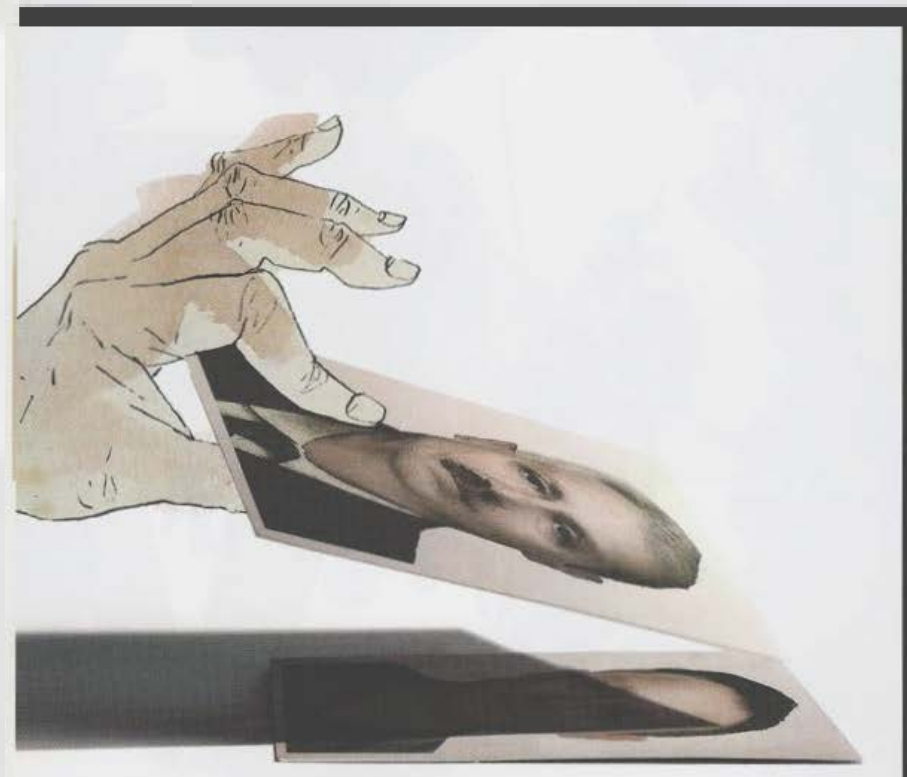


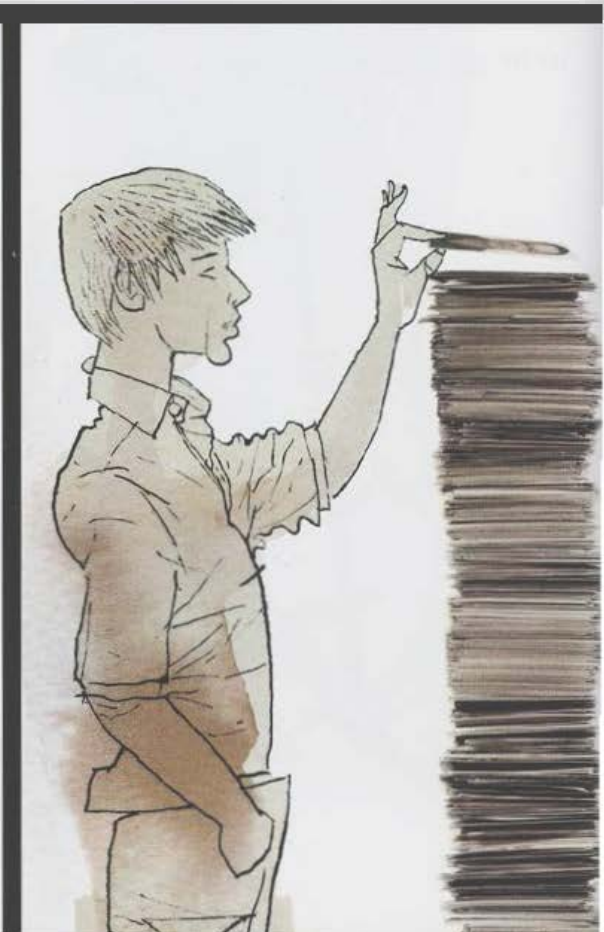
Kimdi bu ilk insan gerçekten?

BU SİZİ ŞAŞIRTABİLİR ama ilk insan diye bir şey hiç olmadı, çünkü her insanın ebeveynlerinin olması gerekir ve o ebeveynlerin de insan olması gerekir! Tıpkı tavşanlarda olduğu gibi. Hiçbir zaman bir ilk tavşan yoktu ya da ilk timsah ya da ilk yusufçuk. Şimdiye kadar doğan her yaratık ebeveynleriyle aynı türe mensuptu (belki birkaç istisna olabilir ama burada onları görmezden geleceğim). Yani bu doğmuş olan her yaratığın büyükanne ve büyükbabalarıyla da aynı türe ait olduğu anlamına gelmelidir. Ve büyük büyükanne ve büyük büyükbabalarıyla da. Ve büyük büyük büyükanne ve büyük büyük büyükbabalarıyla da. Ve bu böyle sonsuza kadar gider.

Sonsuza kadar mı? Aslında hayır, o kadar basit değil. Bunu biraz açıklamak gerekecek ve açıklamaya bir düşünce deneyiyle başlayacağım. Düşünce deneyi, hayal gücünüzü kullanarak yaptığınız bir deneydir. Şimdi hayal edeceğimiz gerçekte imkânsız çünkü bizi zamanda geriye götürecek yani biz doğmadan çok öncesine. Fakat bunu hayal ederek de önemli bir şeyler öğrenebiliriz. O yüzden işte düşünce deneyimiz. Tek yapmanız gereken şu komutları takip etmek.

Kendinize ait bir fotoğraf bulun. Şimdi babanızın bir fotoğrafını bulun ve onu sizinkinin üzerine koyun. Daha sonra onun babasının, yani dedenizin fotoğrafını bulun. Daha sonra da onun babasının, yani dedenizin babasının bir fotoğrafını bulun ve en üste yerleştirin. Büyük büyük dedelerinizin hiçbiriyle tanışmamış olabilirsiniz. Ben benimkilerin hiçbiriyle





tanışmadım ama birinin bir köy okulu müdürü, birinin bir köy doktoru, diğerinin Britanya Hindistan'ında ormancı, bir diğerinin de krema düşkünü, yaşlılığında bir kaya tırmanışı sırasında ölen bir avukat olduğunu biliyorum. Yine de babanızın babasının babasının neye benzediğini bilmiyorsanız bile onu deri çerçevede solmakta olan kahverengi bir fotoğraftaki hayal meyal bir suret olarak hayal edebilirsiniz. Şimdi bunu onun babası için de düşünün. Resimleri birbirinin üzerine tepeleme koymaya, büyük büyük büyükler arasında daha da gerilere gitmeye devam edin. Bunu yapmaya fotoğrafın keşfinden öncesi için bile devam edebilirsiniz; ne de olsa bu bir düşünce deneyi.

Düşünce deneyimiz için kaç tane büyükbabaya ihtiyaç duyacağız? Hmm, sadece 185 milyon kadarı yeterli olur!

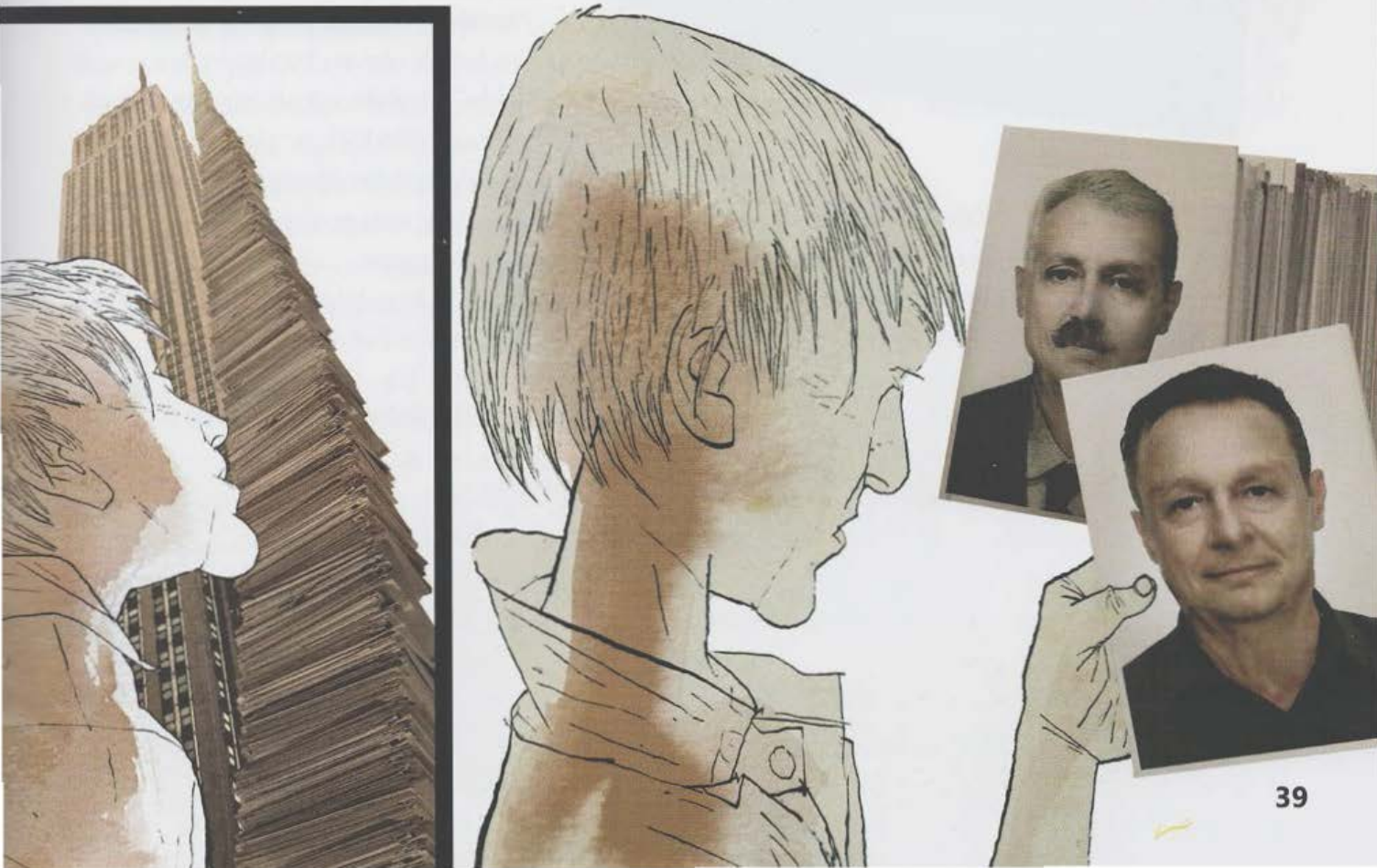
Sadece mi?

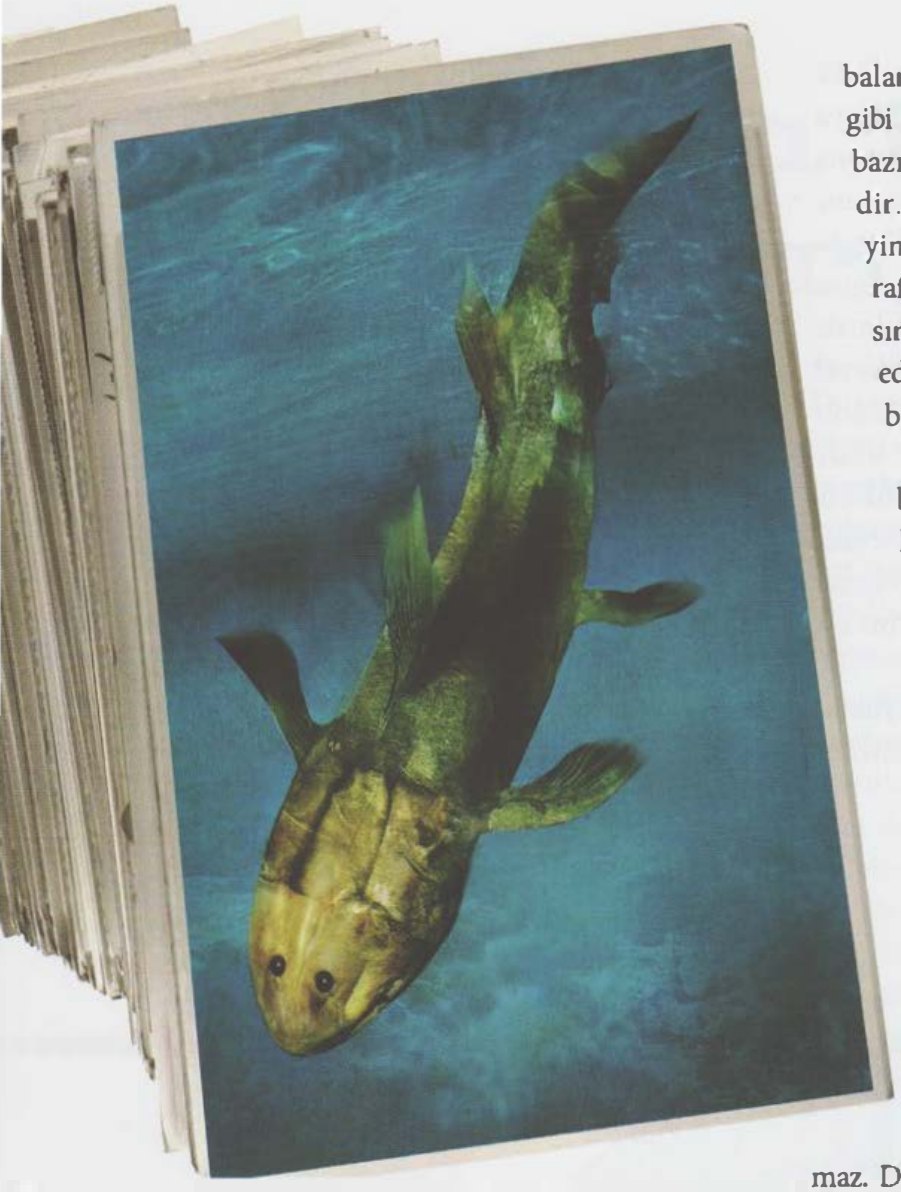
SADECE Mİ?

Üst üste dizilmiş 185 milyon fotoğrafı hayal etmek kolay değildir. Böyle bir yığının yüksekliği ne olurdu? Şöyle ki her bir fotoğrafın normal fotoğraf kâğıdına basıldığını düşünecek olursak, 185 milyon fotoğraf 7.000 metrelik bir kule oluşturur: bu üst üste 180 tane New York gökdeleninden bile yüksek. Devrilmese bile (ki devrilir) tırmanmak için çok yüksek. Öyleyse hadi onu yan yatıralım ve fotoğrafların hepsini tek bir kitap rafına yerleştirelim.

Kitap rafının uzunluğu ne kadar olur?
Yaklaşık altmış beş kilometre.

Rafın size yakın ucunda sizin fotoğrafınız, uzak ucunda ise 185 milyonuncu büyük büyükbabanızın fotoğrafı bulunur. Neye benziyor? Dökülmüş saçları ve beyaz favorileriyle yaşlı bir adama mı? Leopar kürkü giymiş bir mağara adamına mı? Böylesi düşünceleri unutun. Tam olarak neye benzediğini bilmiyoruz ama fosiller bize oldukça iyi bir fikir veriyorlar. 185 milyonuncu büyük büyükbabanız şunun gibi bir şeye benziyordu →





Evet doğru. 185 milyonuncu büyük büyükbabanız bir balıktı. 185 milyonuncu büyük büyükanneniz de öyle, zaten öyle olmasalar çiftleşemezlerdi ve siz de burada olmazdınız.

Haydi şimdi birer birer fotoğraflara göz atarak 65 kilometrelik kitap rafı boyunca yürüyelim. Her fotoğraf önündeki ve arkasındakiyle aynı türden bir canlıyı gösterir. Herkes tıpkı önündeki ve arkasındakine benzemektedir, tıpkı derken, en azından bir baba ve oğlu birbirine ne kadar benziyorsa o kadar. Yine de rafın bir ucundan öbür ucuna durmadan yürüyecek olursanız bir uçta insan, öbür uçta bir balık görürsünüz. Arada da bir sürü diğer ilginç büyük büyük ... büyükbabalarınızı görürsünüz, az sonra da göreceğimiz gibi bunlara kimi insansılar, bazı maymunlar, bazı sivrifareler ve benzeri hayvanlar dahildir. Her biri, sıradaki komşularıyla benzerdir, yine de birbirinden uzak herhangi iki fotoğrafı alırsanız birbirlerinden çok farklıdır ve sırayı insandan uzaklaşarak yeterince takip ederseniz bir balığa ulaşırsınız. Bu nasıl olabilir?

Aslında bu anlaması o kadar da zor bir şey değil. Birbirini küçük adımlarla takip eden aşamalı değişimlerin, büyük bir değişime yol açabileceği fikrine oldukça aşinayız. Bir zamanlar bebektiniz. Şimdi değilsiniz. Çok daha yaşlı olduğunuzda yine çok farklı görüneceksiniz. Yine de hayatınızın her günü, uyandığınızda bir gece önce yatağa giden kişiyle aynı kişisiniz. Bir bebek yürümeye başlar, sonra bir çocuğa dönüşür, sonra bir ergene, sonra genç bir yetişkine, sonra orta-yaşlı bir yetişkine, sonra da yaşlı bir insana dönüşür. Bu değişim o kadar yavaş gerçekleşir ki "Bu kişi birdenbire bebek olmayı bıraktı ve bir çocuk oldu" diyebileceğiniz bir gün asla olmaz. Daha sonra da "Bu kişi çocuk olmayı bıraktı ve bir ergen oldu" diyebileceğiniz bir gün asla gelmez. "Dün bu adam orta-yaşlıydı; bugünse yaşlı bir adam" da demezsiniz.

Bu, bir balıkla karşılaşıncaya kadar bizi 185 milyon nesil boyunca baba, büyük baba, büyük büyükbaba diye geriye götüren düşünce deneyimizi anlamamıza yardımcı olur. Tersten gidip zamanda ileri saracak olursak, kendi balık çocuğunun çocuğu da balık olan balık atanızın (git



gide daha az balıksı olacak şekilde) 185 milyon nesil sonra ortaya çıkan çocuğu da siz olursunuz.

Yani bunların hepsi çok yavaş, öyle ki bin hatta on bin yıl geriye gitseniz ve 400. büyük büyükbabanızın oralara bir yere gelseniz bile bir değişim fark edemeyeceğiniz kadar yavaştı. Ya da daha doğrusu, kimse tıpatıp babasına benzemediği için tüm yol boyunca bir sürü ufak değişikliği fark ederdiniz ama değişimlerde genel bir *gidişat* fark edemezdiniz. Modern insanlardan geriye on bin yıl gitmek, bir eğilimin açığa çıkması için yeterli değildir. On bin yıl önceki atanızın portresi modern insanlardan hiç de farklı olmayacaktır tabi eğer kıyafet, saç ve favorilerindeki yüzeysel farklılıkları saymazsak. Bizlerden yani modern insanlardan, bir modern insanın diğerinden farklı olduğundan daha farklı olmayacaktır.

Peki ya 4000. büyük büyükbabanızı bulabileceğiniz, yüz bin yıl öncesi için durum nedir? İşte ancak o noktada fark edilebilir bir değişim olabilir. Belki kafatasında hafif bir kalınlaşma, özellikle de kaş kemerinde. Ama bu hâlâ, sadece hafif bir değişim olacaktır. Hadi şimdi zamanda biraz daha geriye gidelim. Eğer raf boyunca ilk bir milyon yılı yürüyecek olursanız, 50 bininci büyük büyükbabanız, *Homo erectus* dediğimiz başka bir türden sayılacak kadar farklı olacaktır. Bildiğiniz gibi bugün bizler *Homo sapiens*leriz. *Homo erectus*lar ve *Homo sapiens*ler büyük ihtimalle birbirleriyle çiftleşemediler; ama çiftleşebilselerdi bile çocuklarının çocuk sahibi olma yeteneği büyük ihtimalle olmayacaktı, tıpkı eşek babaya ve at anneye sahip, neredeyse hiçbir zaman çocuk sahibi olamayan katırlar gibi. (Bunun neden böyle olduğunu bir sonraki bölümde göreceğiz.)

Ama yine bir kez daha her şey çok yavaş ve aşamalı gerçekleşiyor. Siz *Homo sapiens*siniz ve 50 bininci büyük büyükbabanız *Homo erectus*tu. Ama, bir anda *Homo sapiens* bir bebek doğuran bir *Homo erectus* hiç bir zaman var olmadı.

Yani, ilk insan kimdi ve ne zaman yaşadı sorusunun kesin bir yanıtı yoktur. "Ne zaman bebek olmayı bırakıp bir çocuk oldun?" sorusunun cevabı gibi bulanıktır. Büyük ihtimalle bir milyon yıldan daha az ama yüz bin yıldan daha fazla bir süre önce bir noktada, atalarımız bir modern insanla karşılaşsalar, birbirleriyle üreyemeyecekleri kadar birbirlerinden farklı olacaklardı.

Homo erectus'a insan denip denmemesi gerektiği ise ayrı bir tartışma konusu. Bu anlambilimsel dediğimiz türden yani kelimeleri nasıl kullanmayı tercih ettiğinizle ilgili bir konudur. Bazı insanlar zebrayı çizgili at olarak adlandırmak isterken, bazıları "at" kelimesinin sadece bindiğimiz tür için kullanılmasını ister. Bu da başka bir anlambilimsel sorundur. "Kişi",





"adam", "kadın" gibi sözcükleri sadece *Homo sapiens* için kullanmayı tercih edebilirsiniz. Bu size kalmış bir şey. Ancak hiç kimse 185 milyonuncu büyük balıksı babanıza "adam" demez. Sizle onu bağlayan kesintisiz zincire ve zincirdeki her bireyin kendinden önceki ve sonrakiyle tamamen aynı türe mensup olmasına rağmen bu saçma bir şey olurdu.

Taşa dönüştüler

Peki, uzak atalarımızın neye benzediklerini ve ne zaman yaşadıklarını nasıl biliyoruz? Çoğunlukla fosillerden. Bu bölümdeki atalarımızın tüm resimleri fosillere dayanarak yapılan canlandırmalardır ama modern hayvanlara bakılarak renklendirildiler.

Fosiller taştan oluşmuştur. Bunlar, ölü hayvanların ve bitkilerin şekillerini almış taşlardır. Hayvanların büyük bir çoğunluğu taşa dönüşme fırsatları olmadan ölürler. Eğer fosil olmak istiyorsanız bu işin püf noktası, eninde sonunda sertleşerek bir "tortul kaya" oluşturacak, doğru tipte bir çamur ya da kilin içine gömülmektir.

Bu ne demek oluyor? Kaya tipleri üçe ayrılır: katılaşım, tortul ve başkalaşım kayalar. Başkalaşım kayalar aslen diğer iki tipten yani katılaşım ve tortul kayalardan basınç ve ısı nedeniyle başkalaşarak oluştukları için burada onları görmezden geleceğim. Katılaşım kayalar bir zamanlar, şimdi patlayan volkanlardan gelen sıcak lavlar gibi eriyik halde bulunurlarken soğuduklarında sert kayalar olarak katılaşmışlardır. Her türlü sert kaya, rüzgâr veya su tarafından daha küçük kayalar, çakıllar, kum ve toz oluşturmak üze-



re aşındırılır (erozyona uğrar). Kum ve toz, suda asılı kalır ve sonunda *tortul* veya çamur tabakaları şeklinde denizin, gölün ya da derenin dibine çökelebilir. Çok uzun zaman içinde bu çökeller sertleşerek *tortul kaya* tabakaları (ya da katmanları) oluşturabilir. Tüm katmanlar ilk oluştuklarında düz ve yatayken milyonlarca yıl sonra biz onları görene kadar genelde eğilmiş, ters düz edilmiş ya da bükülmüş olurlar (bunun nasıl olduğunu görmek için 10. bölümdeki Depremler'e bakın).

Şimdi ölü bir hayvanın, belki de bir ırmak ağzında, çamurun içine sürüklendiğini düşünün. Eğer daha sonra hayvanın içinde bulunduğu bu çamur sertleşip bir tortul kaya halini alacak olursa, hayvanın bedeni çürüyüp gidebilir ama çamurda, eninde sonunda bulunmak üzere bedenin biçiminin boş bir izini bırakır. Bu fosil tiplerinden biridir ve hayvanın bir çeşit "negatif" resmidir. Veya bu boş biçim, yeni çökeltilerin içini doldurabileceği bir kalıp işlevi görür, bu kalıba dolan çökeltiler daha sonra sertleşerek hayvanın bedeninin dışının bir "pozitif" kopyasını oluşturur. Bu da fosil tiplerinden ikincisidir. Bir de üçüncü tip fosil vardır, bunda da hayvanın bedenindeki atomlar ve moleküller birer birer, suda daha sonra kristalleşerek taşlaşacak olan atomlar ve moleküller ile yer değiştirirler. En iyi tip fosil budur çünkü şans da yardım ederse fosilin ortasına doğru, hayvanın iç kısımlarına dair küçük detayların da kalıcı bir şekilde kopyası çıkarılmış olur.

Fosiller tarihlendirilebilirler de. Çoğunlukla kayalardaki radyoaktif izotopları ölçerek kaç yaşında olduklarını söyleyebiliriz. İzotopların ve atomların ne olduklarını 4. Bölümde öğreneceğiz. Kısaca radyoaktif izotop, başka çeşit atomlara bozunabilen tipte atomlardır: örneğin uranyum-238 denilen atom, kurşun-206 denilen atoma bozunabilir. Biz de bunun ne kadar zamanda gerçekleştiğini bildiğimizden izotopları birer radyoaktif saat olarak düşünebiliriz. Radyoaktif saatler daha çok, sarkaçlı saatler keşfedilmeden önce insanların kullandığı su saatleri ve mum saatlerine benzerler. Dibinde delik bulunan bir su tankı, ölçülebilir bir hızda boşalır. Eğer tank güneş doğarken doldurulursa, kalan suyun seviyesine bakılarak günün ne kadarının geçtiğini belirlemek mümkün olur. Mum saati için de aynısı geçerlidir. Mum belli bir hızda yanar, böylece kalan mum miktarına bakarak ne kadar zamandır yanmakta olduğunu anlayabilirsiniz. Uranyum-238 saatinde ise, uranyum-238 miktarının yarısının kurşun-206'ya bozunması için 4,5 milyon yıl geçmesi gerektiğini biliyoruz. Bu süreye uranyum-238'in "yarılanma ömrü" denir. Böylece, bir kayada ne kadar kurşun-206 olduğunu ölçüp uranyum-238 miktarıyla kıyaslayarak, hiç kurşun-206 olmayıp sadece uranyum-238 olduğu durumdan, yani saatin "sıfırlanmış" oluşundan bu yana ne kadar zaman geçtiğini hesaplayabilirsiniz.

Peki saat ne zaman sıfırlanır? Şöyle ki bu sadece eriyik kayanın sertleşerek katılaştığı sırada saatleri sıfırlanan katılaşım kayalar için geçerlidir. Ne yazıkki bir "sıfır anı" olmayan tortul kayalarda bu yöntem işlemez ve fosiller bir tek tortul kayalarda bulunur. Öyleyse yapmamız gereken tortul kayaçlar arasında hapsolmuş katılaşım kayaları bulup onları saat olarak kullanmaktır. Örneğin eğer bir fosil, üzerinde 120 milyon yıllık, altında ise 130 milyon yıllık katılaşım kayalar bulunan bir tortul katmandaysa bu fosilin 120 ile 130 milyon arasında bir yaşa sahip olduğunu bilebilirsiniz. Bu bölümde bahsettiğim tüm tarihlendirmelere bu şekilde ulaşılıyor. Hepsi yaklaşık tarihlendirmeler ve çok hassas oldukları düşünülmemeli.



Uranyum-238, saat olarak kullanılabileceğimiz tek izotop değildir. Mükemmel bir şekilde geniş yayılım gösteren yarı ömürleriyle daha bir sürü başka izotoplar vardır. Örneğin, karbon-14'ün yarı ömrü sadece 5730 yıldır ve bu onu kazıbilimcilerin insan geçmişini araştırmaları için yararlı kılar. Birçok farklı radyoaktif saatin örtüşen zaman ölçeklerine sahip olmaları çok güzel bir durumdur, böylece onları birbirlerini kontrol etmekte kullanabiliriz ve her zaman uyuşurlar.

Karbon-14 saati diğerlerinden farklı bir şekilde çalışır. Katılaşım kayalar üzerinde değil, yaşayan canlıların bıraktıkları kalıntıların kendilerinde çalışır, örneğin eski bir ağaçta. Radyoaktif saatlerimiz arasında en hızlılardan biridir ama 5730 yıl yine de insan yaşamından çok çok daha uzun bir süredir. Öyleyse bu sürenin karbon-14'ün yarı ömrü olduğunu nasıl biliyoruz diye sorabilirsiniz, hele uranyum-238'in yarı ömrünün 4,5 milyon yıl olduğunu nasıl biliyoruz? Cevap çok basit! Atomların yarısının bozunmasını beklememize gerek yoktur. Atomların sadece küçük bir kısmının bozunumunun hızını ölçebilir (çeyrek ömür, yüzde bir ömür vs.) ve oradan yarı ömrü hesaplayabiliriz.

Zamanda geriye yolculuk

Haydi bir başka düşünce deneyi yapalım. Yanınıza birkaç arkadaş alın ve zaman makinesinin içine girin. Motoru çalıştırın ve on bin yıl öncesine zıplayın. Kapıyı açın ve etrafınızda karşılaştığınız insanlara bir bakın. Eğer bugün



Irak'ın olduğu yere inmişseniz o insanların tarımı keşfetme sürecinde olduklarını görecektiniz. Diğer birçok yerde ise "avcı-toplayıcı"lar bir yerden başka bir yere hareket ediyor, yabani hayvanları avlayıp, yabani meyveleri, yemişleri ve kökleri topluyor olacaklardı. Ne söylediklerini anlayamayacaktınız ve (eğer giyiyorlarsa) kıyafetleri çok farklı olacaktı. Ne var ki, eğer onlara modern giysiler giydirip, saçlarını modern bir biçimde kesecek olursanız günümüzdeki insanlardan ayırt edilemezlerdi (ya da en fazla bugünün insanlarının birbirlerinden ayırt edilebildiği kadar edilirlerdi). Ayrıca, zaman makinenize aldığınız modern insanların herhangi biriyle de üreme kabiliyetine tamamen sahip olurlardı.

Şimdi onların arasından bir gönüllü alın (bu belki de sizin 400. büyük büyükbabanız olabilir çünkü yaklaşık olarak onun yaşamış olabileceği zaman dilimine geldiniz) ve zaman makinenizi bir on bin yıl daha geriye yani günümüzden yirmi bin yıl geriye, 800. büyük büyükbabanızla tanışma şansınızın olacağı zamana ayarlayın. Bu sefer, karşılaşacağınız tüm insanlar avcı-toplayıcı olacaktır ama yine hepsi modern insanların bedenine sahip olacak ve yine mükemmel bir şekilde modern insanlarla çiftleşip doğurgan döller üretebilme kabiliyetinde olacaklardır. Onlardan birini de zaman makinenize alın ve bir on bin yıl daha geri gidin. Bunu yapmaya devam edin, on bin yıllık adımlarla zamanda geri gidin ve her durakta yeni bir yolcu alıp onu da geçmişe götürün.

Olay şu ki birçok on bin yıllık zıplamanın ardından en nihayet, belki de geçmişte bir milyon

yıl geriye gittiğinizde, zaman makinesinden çıkıp bakınca gördüğünüz insanların bizlerden kesinlikle farklı olduğunu ve yolculuğunuzun başında yanınıza aldıklarınızla üreyemeyeceklerini fark etmeye başlayacaksınız. Ama yolcu listenize son ekledikleriniz, yani neredeyse onlar kadar kadim olanlar, onlarla üreyebileceklerdir.

Burada yapmaya çalıştığım sadece daha önce de dikkat çektiğim noktanın bu kez de başka bir düşünce deneyiyle yeniden altını çizmek: bu aşamalı değişimlerin algılanışı, aynı bir saatin akrep kolunun ilerleyişi gibi, kolay değildir. Bunu iki farklı yoldan dile getirmeye değer çünkü bu çok önemli ve bazı insanlar için kavraması çok zor bir konu (ve böyle olması da gayet anlaşılabilir bir şey).

Hadi geçmişe olan yolculuğumuza devam edelim ve o güzel balığa giden yol boyunca aradaki bazı istasyonlara göz atalım. Zaman makinemizle "6 Milyon Yıl Öncesi" olarak etiketlenmiş istasyona henüz vardığımızı düşünün. Orada ne bulmalıyız? Afrika kıtasında kalmaya dikkat ettiğimiz sürece, bulacağımız (artı eksi birkaç nesil) 250 bininci büyük büyükbabamız olacaktır. Bu atalarımız insansı maymunlardır ve biraz şempanzeyi andırabilirler. Ama bunlar şempanze değildir. Onun yerine şempanzelerle paylaştığımız ortak atalarımızdır. Fakat Beş Milyon Dokuz Yüz Doksan Bin Yıl Öncesi İstasyonu'ndan aldığımız yolcularla çiftleşebilecekler ve büyük ihtimalle Beş Milyon Dokuz Yüz Bin Yıl Öncesi İstasyonu yolcularıyla da... Ama büyük ihtimalle Dört Milyon Yıl Öncesi İstasyonu'nda bize katılanlarla değil.

Hadi Yirmi Beş Milyon Yıl Öncesi İstasyonu'na kadar on biner yıllık sıçramalarımızla devam edelim. Orada yaklaşık bir tahminle, sizin ve benim bir buçuk milyonuncu büyük büyükba-



250 bininci büyük büyükbabanız
(6 milyon yıl önce)

bamızı bulmalıyız. Bunlar, kuyrukları olacağı için insansı maymun olmayacaklar. Bugün görsek, onlara maymun derdik, oysa günümüzdeki maymunlara bize olduklarından daha yakın değiller. Bizden çok farklı olsalar da, bizimle veya modern maymunlarla üreyemeseler de, bize Yirmi Dört Milyon Dokuz Yüz Doksan Bin Yıl Öncesi İstasyonu'nda katılanlarla üreyebilirler. Başından sonuna kadar, yavaş yavaş, aşamalı değişim bu.

Bir istasyondan diğerine fark edilebilir değişiklikler göremeden, her seferinde onar bin yıl geriye ve daha geriye gidiyoruz. Altmış Üç Milyon Yıl Öncesi İstasyonu'na vardığımızda bizi kim karşılayacak görmek için bir duralım. Burada yedi milyonuncu büyük büyükbabamızla el (pati?) sıkışabiliriz. Bu büyükbabalarımız lemur gibi bir şeylere benzeyecekler ve nitekim, hem bütün modern lemurların, hem modern maymunların hem de bizim de dâhil olduğumuz modern insansı maymunların atasıdırlar. Modern insanlara, modern maymunlara oldukları kadar yakındırlar ve modern lemurlara da bizden veya modern maymunlardan daha fazla yakın değildirler. Günümüzde yaşayan hayvanlardan hiçbiriyle çiftleşmeleri mümkün olmaz. Ama büyük ihtimalle Altmış İki Milyon Dokuz Yüz Doksan Bin Yıl Öncesi İstasyonu yolcularıyla çiftleşebilirler. Hadi onları da zaman makinesine alıp geçmişe gidişimizi biraz hızlandıralım.

7 milyonuncu büyük büyükbabanız
(63 milyon yıl önce)



1.5 milyonuncu büyük büyükbabanız
(25 milyon yıl önce)





45 milyonuncu büyük büyükbabanız
(105 milyon yıl önce)

Yüz Beş Milyon Yıl Öncesi İstasyonu'nda 45 milyonuncu büyük büyükbabamıza rastlarız. O aynı zamanda, keseli memelilerin (ki bunlar günümüzde çoğunlukla Avustralya'da ve biraz da Amerika'da bulunur) ve (günümüzde sadece Avustralya ve Yeni Gine'de bulunan ördek gagalı ornitorenkler ve dikenli karıncayiyenler gibi) monotrem memeliler hariç tüm memelilerin de büyük atasıdır. Resimde büyükbabayı ağzında en sevdiği yiyecek olan böcekle görüyorsunuz. Bazılarına daha çok benzese de tüm günümüz memelileri'yle eşit derecede yakın akrabadır.

Üç Yüz On Milyon Yıl Öncesi İstasyonu bizi 170 milyonuncu büyük büyükannemizle tanıştırır. O tüm modern memelilerin ve yılan, kertenkele, kaplumbağa, timsah gibi sürüngenlerin ve tüm dinozorların da atasıdır (kuşların da, çünkü kuşlar dinozorlardan ortaya çıkmışlardır). Daha çok bir kertenkele gibi görünse de diğer tüm modern memelilere eşit uzaklıkta akrabadır. Bu, büyükannenin zamanından bu yana kertenkelelerin, örneğin memelilerden daha az değiştiği anlamına gelir.

Artık görmüş geçirmiş zaman yolcuları olarak, daha önce bahsettiğim balığa ulaşmamıza çok kalmadı. Hadi yolda son bir kez daha, 175 milyonuncu büyük büyükbabamızla karşılaşacağımız Üç Yüz Kırk

Milyon Yıl Öncesi İstasyonu'nda duralım. Bu büyükbabamız biraz semendere benzeyecektir ve tüm modern ikiyaşayışlıların (semenderler ve kurbağaların) olduğu kadar diğer tüm omurgalıların da büyük atasıdır.

Dört Yüz On Yedi Milyon Yıl Öncesi İstasyonu'nda ise 185 milyonuncu büyük büyükbabanızı yani sayfa 40'ta gördüğünüz balığı görürsünüz. Zamanda geriye gitmeye oradan sonra bile devam edebiliriz, git gide çeneli, çenesiz balıkları da içeren daha uzak büyük büyükbabalarımızla tanışırız, ve daha sonra da . . . daha sonrasına gitmeye başladıkça bilgimiz bir belirsizlikler sisinin içinde kaybolmaya başlar çünkü bunlar bulabildiğimiz fosillerin azalmaya başladığı kadim zamanlardır.



DNA bize hepimizin kuzen olduğumuzu söylüyor

Kadim atalarımızın tam olarak neye benzediğini bizlere gösterebilecek fosillerimiz olmasa da, tüm yaşayan canlıların bizim kuzeniniz olduğundan ve onların da birbirlerinin kuzeni olduğundan hiç şüphemiz yok. Ayrıca hangi modern hayvanların birbirleriyle yakın kuzen (şempanzeler ve insanlar ya da sıçanlar ve fareler gibi), hangilerinin birbirleriyle uzak kuzen (insanlar ve guguk kuşları ya da fareler ve timsahlar gibi) olduklarını da biliyoruz. Nasıl mı biliyoruz? Onları sistematik bir şekilde karşılaştırarak. Günümüzde en güçlü kanıt, DNA karşılaştırmalarından gelmektedir.

DNA tüm yaşayan yaratıkların her bir hücresinde taşıdığı genetik bilgidir. DNA, "kromozom" adı verilen, düzenli bir şekilde sarılı halde bulunan veri "şeritleri" boyunca hecelenir. Bu kromozomlar gerçekten de eski tip bilgisayarlara verilen veri şeritleri gibidirler çünkü taşıdıkları bilgi *dijitaldir* ve şeritler boyunca sıralanır. Sayabileceğiniz "harf" kodlarından oluşan uzun iplikçiklerden meydana gelmişlerdir: her bir harf ordadır ya da değildir, ortası yoktur. DNA'yı dijital yapan budur ve DNA "hecelenir" demenin nedeni de budur.

Bugüne kadar bakılan her hayvandaki, bitkideki ve bakterideki tüm genler, o canlının nasıl inşa edileceğine dair belli bir alfabe ile yazılmış mesajlardır. Bu alfabenin (29 harfli Türkçe alfabeden farklı olarak) A, T, C ve G olarak yazdığımız sadece dört harfi vardır. Aynı genler, birkaç ayrıştırıcı farkla birçok canlıda bulunur. Örneğin FoxP2 adı verilen bir gen memeliler ve daha birçok canlıda ortaktır. Bu gen 2000'den fazla harften oluşan bir dizidir. Bu sayfaların aşağısında FoxP2 geninin ortasında bir yerlerden, 831. harften 910. harfe kadar giden 80 harflik kısa bir bölümü var. Üstteki sıra bir insandan, ortadaki sıra bir şempanzeden, en alttaki sıra ise bir fareden. Son iki sıranın sonundaki sayılar ise o genin tamamının, insandaki FoxP2 geninin tamamındaki harflerden kaç harf farklı olduğunu gösteriyor.

FoxP2 geninin tüm memelilerde ortak olduğunu söyleyebilirsiniz çünkü harf kodlarının büyük çoğunluğu aynıdır ve bu, genin tamamı için de doğrudur sadece bu 80 harflik kısım için değil. Tüm şempanze harfleri bizimkiyle tamı tamına aynı değil ve fareninkilerde daha da çok fark var. Farklılıklar kırmızıyla renklendirildi. Toplamda 2076 harften şempanzelerde dokuzu bizden farklıyken, farede 139 harf farklıdır. Bu örüntü diğer genler için de geçerlidir. Bu da, şempanzelerin bize neden daha çok, farelerin ise daha az benzediğini açıklar.



İnsan CTCCAACACTTCCAAAGCATCACCACCAATA
Şempanze CTCCACCACTTCCAAAGCGTCACCACCAATA
Fare CTCCACCACGTCCAAAGCATCACCACCCATC

Şempanzeler bizim yakın kuzenlerimizdir, fareler ise daha uzak kuzenlerimiz. "Uzak kuzen" oluşumuz onlarla paylaştığımız en yakın ortak atamızın uzun zaman önce yaşadığı anlamına gelir. Maymunlar bize fareden daha yakındır ama şempanzelerden daha uzaktır. Babunlar ve resus makakları da maymundur ancak birbirlerinin yakın kuzenleridir ve neredeyse aynı FoxP2 genine sahiptir. Bize ve şempanzelere, aynı derecede uzaktırlar ve babunları şempanzeden ayıran FoxP2'deki DNA harflerinin sayısı (22), babunları bizden ayıran harflerin sayısıyla (23) neredeyse aynıdır. Her şey mantıklı görünüyor.

Bu konuyu tamamlamak için devam edersek, kurbağalar memelilerin çok daha uzak kuzenleridir. Tüm memeliler, basitçe hepsinin birbirleriyle tam olarak eşit yakınlıkta kuzen olmalarından ötürü, kurbağalardan yaklaşık olarak aynı sayıda farklı harfe sahiptir; tüm memeliler birbirleriyle, memelilerin kurbağalarla paylaştığı (340 milyon yıl önce yaşamış) ortak atadan daha yakın geçmişte (180 milyon yıl önce) yaşamış bir ortak ataya sahiptir.

Ama elbette tüm insanlar diğer insanlarla, tüm babunlar diğer babunlarla ve tüm fareler diğer farelerle aynı değiller. Sizin genlerinizle benimkini harf harf karşılaştırabiliriz. Sonuç? Bir şempanzeyle sahip olduğumuz ortak harflerden bile daha fazla ortak harfe sahip olduğumuz ortaya çıkar. Ama yine de hâlâ farklı bazı harfler buluruz. Ama çok fazla değil, hem ayrıca FoxP2 genini ayrı tutmak için özel bir sebep yok. Eğer insanların genlerinde ortak olan tüm harfleri sayacak olursanız, ortaya çıkan sayının, herhangi birimizin bir şempanzeyle ortak olan harf sayısından daha büyük olduğunu görürsünüz. Ve kendi kuzeninizle benimle olduğundan daha çok ortak harfe sahipsiniz. Hatta anne ve babanızla ve eğer varsa kardeşlerinizle daha da çok ortak harfe sahipsiniz. Aslında sahip oldukları ortak DNA harflerini sayarak herhangi iki insanın birbirleriyle ne kadar yakın akraba olduklarını hesaplayabilirsiniz. Bu ilginç bir konu ve büyük ihtimalle gelecekte bununla ilgili daha çok şey duyacağız. Örneğin polis, bir kişiyi, o kişinin kardeşinin DNA "parmak izini" kullanarak takip edebilecek.

Bazı genler tüm memelilerde (küçük farklılıklarla) fark edilebilir derecede aynıdır. Bu gibi genlerdeki harf farklılıklarını saymak, farklı memeli türlerinin birbirlerinden ne kadar farklı olduklarını ortaya çıkarmak için yararlıdır. Başka genler ise daha uzak ilişkileri ortaya çıkarmak için yararlıdır, örneğin omurgalılar ve solucanlar arasında. Yine başka genler de bir türün içindeki farklılıkları ortaya çıkarmak için, örneğin sizin benimle ne kadar yakın akraba olduğumuzu anlamakta yararlıdır. İlginizi çektiyse, eğer İngiltere'den geliyorsanız en yakın ortak atamız büyük ihtimalle birkaç yüzyıl önce yaşamıştır. Eğer Tazmanya yerlisi ya da bir Amerika yerlisiyseniz bir ortak ata bulmak için birkaç on bin yıl geriye gitmemiz gerekebilir. Eğer Kalahari Çölü'nden bir !Kung San iseniz daha bile geriye gitmemiz gerekebilir.

CATCATTCCATAGTGAATGGACAGTCTTCAGTTCTAAGTGCAAGAC
CATCATTCCATCGTGAATGGACAGTCTTCAGTTCTAAATGCAAGAC 9
CATCATTCCATAGTGAACGGACAGTCTTCAGTTCTGAATGCAAGGC 139

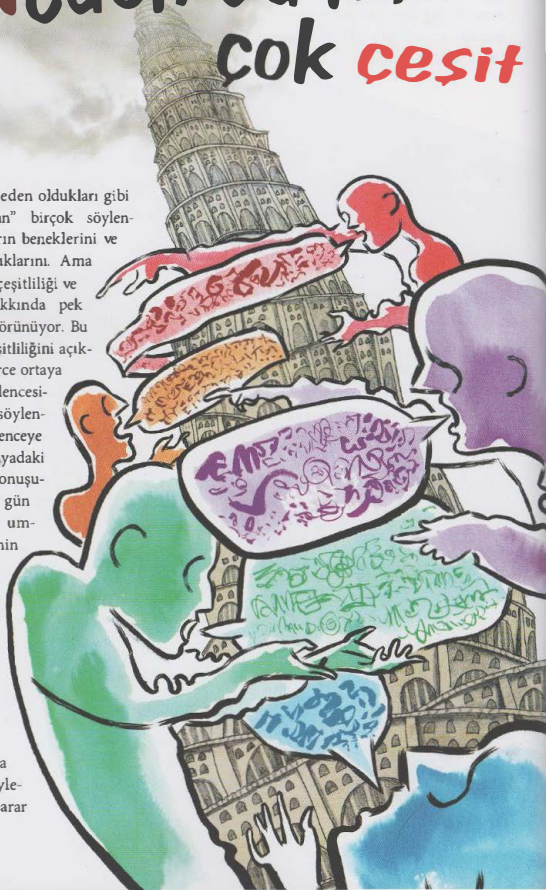
Hiç şüphe götürmeyen gerçek şu ki, gezegen üzerindeki her hayvan ve bitki türü ile ortak bir atamız var. Bunu biliyoruz çünkü kimi genler, hayvanlar, bitkiler ve bakteriler dâhil olmak üzere bütün canlılarda kolayca fark edilebilir biçimde aynı. Ve her şeyin de ötesinde, genetik kodun kendisi, yani bütün genleri çevirebilen sözlük, şimdiye dek incelenmiş bütün canlılarda aynı. Hepimiz kuzeniz. Yani aile ağacınız sadece en tanıdık kuzenleriniz olan şempanzeleri ve maymunları değil, aynı zamanda fareleri, bizonları, iguanaları, salyangozları, papatyaları, kartalları, mantarları, balinaları, köstebekleri ve bakterileri de içeriyor. Bunların hepsi bizim kuzenlerimiz. Hiç istisnasız her biri. Bu, herhangi bir efsaneden çok daha muhteşem bir düşünce değil mi? Ve daha da muhteşemi, bu hikâyenin tam tamına gerçek olduğunu biliyoruz.



185 milyonuncu büyük büyükbabanız
(417 milyon yıl önce)

3 Neden bu kadar çok çeşit

Kimi hayvanların neden oldukları gibi olduğunu "açıklayan" birçok söylence var, örneğin leoparların beneklerini ve tavşanların beyaz kuyruklarını. Ama farklı hayvan türlerinin çeşitliliği ve hayvanların yayılışı hakkında pek fazla söylence yok gibi görünüyor. Bu konuda muazzam dil çeşitliliğini açıklamaya yönelik Yahudilerce ortaya atılan Babil Kulesi söylencesine benzer türden bir söylence bulamadım. Bu söylenceye göre bir zamanlar dünyadaki tüm insanlar aynı dili konuşuyorlardı. Bu sayede, bir gün gökyüzüne ulaşacağını umdukları büyük bir kulenin inşasında birbirleriyle ahenk içinde çalışıyorlardı. Tanrı bunu farketti ve herkesin diğer herkesi anlayabiliyor olmasıyla ilgili olarak bir karamsarlığa düştü. Eğer birbirleriyle konuşabiliyor ve çalışabiliyorlarsa, daha neler yapmazlardı? Böylece "dillerini bozmaya" karar

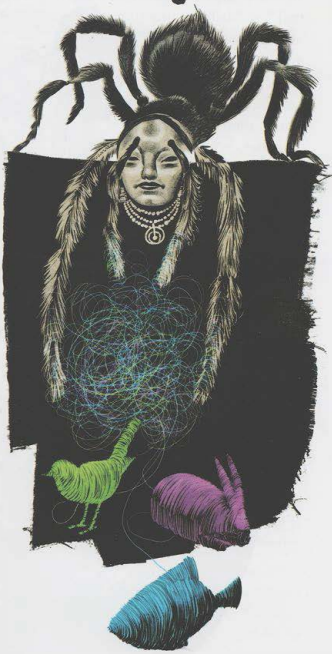


hayvan var?

verdi ki "birbirlerinin ne söylediğini anlayamasınlar". Bu söylence bize neden birçok farklı dil olduğunu ve farklı ülke ya da kabilelerden insanların birbirleriyle konuşmaya çalıştıklarında söylediklerinin kulağa anlamsız bir takım sesler gibi geldiğini açıklıyor.

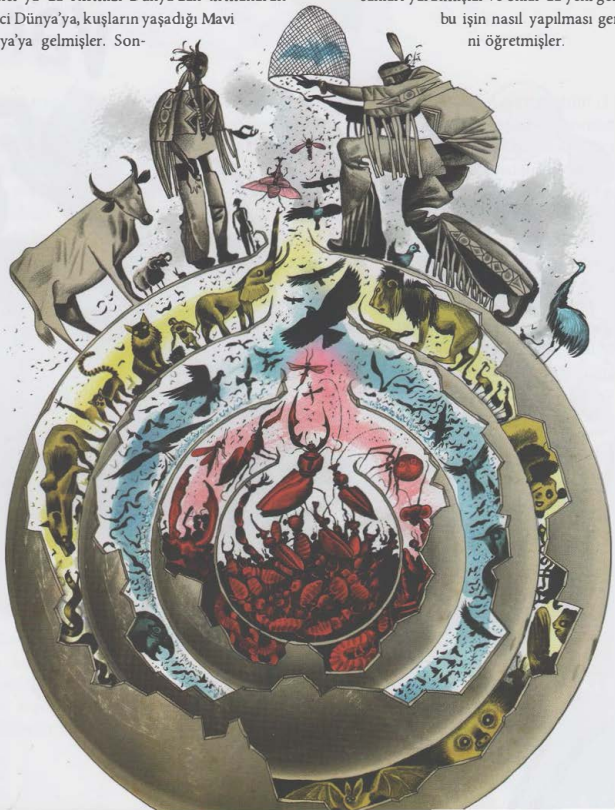
Hayvanların muazzam çeşitliliği hakkında da benzer bir söylence bulmayı umuyordum çünkü göreceğimiz üzere dillerin evrimiyle hayvanların evrimi arasında bir benzerlik var. Ama özellikle sadece *farklı hayvan çeşidi sayısını* irdeleyen bir söylence yok gibi görünüyor. Bu şaşırtıcı bir durum çünkü kabile insanlarının çok sayıda hayvan çeşidi olduğunun farkında olduklarına dair dolaylı kanıtlar var. Alman bilimci Ernst Mayr, 1920'lerde Yeni Gine'nin dağlık arazilerinde, kuş araştırmalarında öncülük edecek çalışmalarda bulunmuştu. 137 türlük bir liste derlemiş, sonra da yerel Papua kabile insanlarının bunların 136'sı için ayrı ayrı isimleri olduğunu şaşkınlıkla farketmişti.

Söylencelere geri dönelim. Kuzey Amerika'nın Hopi kabilesinin Örümcek Kadın denen bir tanrıçası var. Bu kabilenin yaradılış söylencesine göre, bu tanrıça güneş tanrısı Tawa ile birlik olmuş ve beraber İlk Büyü Şarkısı'nı söylemişler. Bu şarkı Dünya'yı ve yaşamı var etmiş. Örümcek Kadın,



Tawa'nın aklından geçen düşünceleri almış ve onları somut biçimlere dönüştürerek balıkları, kuşları ve diğer tüm hayvanları yaratmış.

Pueblo ve Navajo gibi diğer Kuzey Amerika kabilelerinin yaşama dair söylencesi ise evrim fikrine biraz benzer: Dünya'da yaşam, filizlenen bir bitkinin bir dizi aşamadan geçerek büyümesi gibi ortaya çıkmış. Böcekler kendi dünyaları olan Birinci ya da Kırmızı Dünya'dan tırmanarak İkinci Dünya'ya, kuşların yaşadığı Mavi Dünya'ya gelmişler. Sonra İkinci Dünya çok kalabalık gelmeye başlamış, kuşlar ve böcekler Üçüncü, yani insanların ve diğer memelilerin yaşadığı Sarı Dünya'ya uçmuşlar. Sarı Dünya da kalabalık gelmeye, yemek azalmaya başlamış, böylece böcekler, kuşlar ve herkes Dördüncü Dünya'ya, gecenin ve gündüzün Siyah ve Beyaz Dünya'sına geçmişler. Tanrılar, Dördüncü Dünya'da tarım yapmayı bilen daha akıllı insanları yaratmışlar ve onlar da yeni gelenlere bu işin nasıl yapılması gerektiğini öğretmişler.





Yahudi yaradılış söylencesi ise, çeşitliliğe hakkını vermeye daha çok yaklaşıyor ama tam olarak onu açıklama girişiminde bulunmuyor. Aslında Yahudilerin kutsal kitabında, bir önceki bölümde gördüğümüz gibi iki ayrı yaradılış söylencesi yer alıyor. İlkinde Yahudilerin tanrısı her şeyi altı günde yaratır. Beşinci günde balığı, balinaları ve tüm deniz yaratıklarını ve gökyüzünün kuşlarını yaratır. Altıncı günde insan da dâhil olmak üzere kara hayvanlarının geri kalanını yaratır. Söylencenin anlatımı, yaşayan yaratıkların sayısı ve çeşitliliği üzerinde biraz durur. Örneğin; "Tanrı büyük balinaları, hareket eden tüm canlıları yarattı; sular bu canlıların, kendileri gibi çok sayıda canlılar doğurmasını sağladı, kanatlı tüm kuşların da kendilerine benzer canlılar doğurmasını sağladı" ve "Tanrı dünyadaki her hayvanı" ve "yeryüzünde sürünen her canlıyı, kendileri gibi canlılar doğurmalarını sağlayarak" yarattı. Ama neden bu kadar çeşitlikle? Bunun cevabı verilmiyor.





İkinci söylencede, tanrının bu ilk insanın çeşitli eşlikçilere ihtiyacı olduğunu düşünmüş olabileceğine dair bir takım ipuçları alıyoruz. İlk insan Adem, yalnız olarak yaratılıp, güzel vaha bahçesine yerleştirilmişti. Ama sonra tanrı "bir insanın yalnız olmasının iyi olmayacağını" anladı ve böylece "yerdeki tüm yaratıkları ve gökteki tüm kuşları biçimlendirdi ve Adem'in onlara ne isim vereceğini görmek için onları Adem'e sundu".



Neden bu kadar çok farklı türde hayvan var gerçekten?



ADEM'İN HAYVANLARI isimlendirme görevi zor bir görevdi, kadim Yahudilerin farkedebileceğinden de zor. Günümüze kadar yaklaşık 2 milyon türün isimlendirildiği düşünülüyor ve bu sayı henüz isimlendirilmemiş türlerin sayısına kıyasla çok küçük kalıyor.

İki hayvanın aynı türe ya da farklı türlere ait olduğuna bile nasıl karar verebiliyoruz? Eşeyli üreyen hayvanlar sözkonusu olduğunda bir çeşit tanımlama yapabiliriz. Eğer birlikte üreyemiyorlarsa farklı türe aittirler deriz. At ve eşek gibi, birlikte üreyebilen ama kısır, yani kendisi üreyemeyen (katır veya bardo dediğimiz) bir yavru üreten uç örnekler olabilir. Bu nedenle atları ve eşekleri ayrı türlere yerleştiriyoruz. Daha bariz bir örnek, atlar ve köpekler farklı türlere aittir ve birbirleriyle üremeyi denemezler bile, deneselerdi de kısır bir yavru dahi üretemezlerdi. Ama kanişler ve av köpekleri aynı türe aittir çünkü birlikte mutlu mesut üreyebilirler ve ürettikleri yavrular da kısır olmazlar.

Her bir hayvanın ya da bitkinin bilimsel adı iki Latince kelimeden oluşur ve genellikle *eğik* yazılır. İlk kelime "cins" yani türlerden oluşan grupları ve ikincisi de o cins içindeki belli bir türü ifade eder. Örnek olarak *Homo sapiens* ("akıllı adam") ve *Elephas maximus* ("çok büyük fil") verilebilir. Her tür, bir cinsin üyesidir. *Homo* bir cins adıdır. *Elephas* da öyle. Aslanın Latince adı *Panthera leo*'dur ve *Panthera* cinsi aynı zamanda *Panthera tigris*'i (kaplan), *Panthera pardus*'u (leopar veya "panter") ve *Panthera onca*'yı (jaguar) da



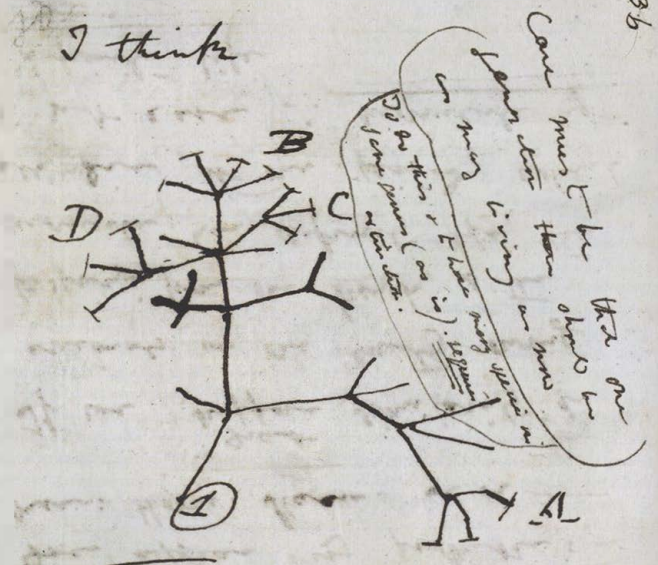
içerir. *Homo sapiens* cinsimizin hayatta kalmış tek türüdür ama fosillere *Homo erectus* ve *Homo habilis* gibi isimler verilmiştir. *Homo*'dan yeteri kadar farklı olan diğer insan benzeri fosiller ise başka bir cinse yerleştirilirler, örneğin *Australopithecus africanus* ve *Australopithecus afarensis* (bu arada Avustralya ile bir ilgileri yok, australo "güneyli" anlamına gelir ki Avustralya'nın ismi de burdan gelir zaten).

Her cins bir *aileye* mensuptur, aile ismi genellikle eğik değil ama büyük harfle başlanarak yazılır. Kediler (aslanlar, leoparlar, çitalar, karakulaklar ve birçok küçük kedi türü) Kedigiller (Felidae) ailesini meydana getirirler. Her aile de bir *takıma* mensuptur. Kediler, köpekler, ayılar, çakallar ve sırtlanlar, Etçiller (Carnivora) denilen takımın altındaki farklı ailelere aittirler. Maymunlar, (bizim de dâhil olduğumuz) kuyruksuz maymunlar ve lemurların hepsi de Primatlar takımının altındaki farklı ailelere mensupturlar. Her takım da farklı sınıflara aittir. Tüm memeliler, Memeliler (Mammalia) sınıfında bulunur.

Bu gruplandırma silsilesinin tasvirini okudukça zihninizde gelişen ağacın şeklini görebiliyor musunuz? Bu bir aile ağacıdır: her bir dalının alt dallara, her alt dalın başka alt dallara ayrıldığı, çok dallı bir ağaç. Dalların uçları yani sürgünler, türlerdir. Dallar ve alt dallar da diğer gruplardır, yani sınıf, takım, aile ve cins. Ağacın tamamı ise Dünya üzerindeki tüm yaşamdır.

Ağaçların neden bu kadar çok sürgünü olduğunu düşünün. Dallar dallanır. Yeterli sayıda dalın dalının dalına kavuştuğumuzda, sürgünlerin toplam sayısı çok fazla olabilir. Evrimde de olan budur. Charles Darwin'in kendisi de, ünlü kitabı *Türlerin Kökeni Üzerine*'de bulunan tek resim olarak dallanan bir ağaç çizmiştir. Aşağıda Darwin'in kitabı yazmadan birkaç yıl önce defterlerinden birine karaladığı ağaç çiziminin önceki bir versiyonu var. Sayfanın başında kendine yazdığı gizemli bir mesaj var: "Düşünüyorum da". Sizce burada ne demek istemiş? Belki bir cümle yazmaya başladığı sırada çocuklarından birisi araya girdi, böylece o cümleyi hiç bitiremedi. Belki de düşündüğü şeyi böyle bir çizim yaparak ifade etmeyi kelimelerle anlatmaktan daha kolay buldu. Belki de hiç bilemeyeceğiz. Sayfada başka bir yazı daha var ama deşifre etmesi zor. Büyük bir bilimcinin, yayınlanması için yazmadığı kendi notlarını okumak ne kadar cezbedici.

Şimdi söyleyeceklerim tam olarak hayvanların ağacının nasıl dallandığını anlatmıyor ama size prensibi konusunda bir fikir verecek. Bir ata türün ikiye ayrıldığını hayal edin. Eğer sonra bu iki tür de ikiye ayrılırsa dört tür eder. Eğer bunların her biri ikiye ayrılırsa sekiz eder ve bu böyle 16, 32, 64, 128, 256, 512 . . .diye gider. Eğer sayıyı iki katına çıkarmaya devam ederseniz, milyonlarca türe varmanın fazla zaman almayacağını görebilirsiniz. Bu büyük ihtimalle size mantıklı gelecektir ama belki bir türün neden ikiye ayrılması gerektiğini merak edebilirsiniz. İnsan dilleri neden ikiye ayrılıyorsa bunun da aslında ona benzer bir nedeni var, o yüzden hadi durup bunun üzerine düşünelim biraz.



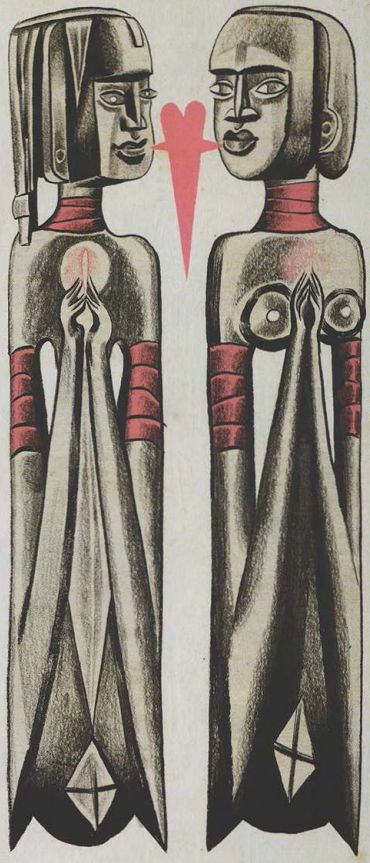
Parçalara ayrılmak: diller ve türler nasıl bölünür

Babil Kulesi efsanesi, elbette doğru olmasa da ilginç bir soru olan neden bu kadar çok farklı dil var sorusunu akıllara getiriyor.

Nasıl bazı türler birbirlerine diğerlerinden daha çok benziyorlar ve aynı aile içine yerleştiriliyorlarsa, diller için de aileler vardır. İspanyolca, İtalyanca, Portekizce, Fransızca ve birçok Avrupa dili ve Romanşça, Galiçyaca, Oksitanyaca ve Katalanca ağızları birbirlerine çok benzerler; hepsine birden "Roman" dilleri denir. Bu isim aslında ortak kökenleri olan Latinceden gelir, Roma dili anlamındadır. İngilizce "romance" yani aşk kelimesiyle bir bağlantısı yoktur ama gelin örnek olarak aşk ifadelerini kullanalım. Hangi ülkede olduğunuza bağlı olarak hislerinizi ifade etmek için şunlardan birini kullanırsınız: "Ti amo", "Amote", "T'aimi" ya da "Je t'aime". Latincede ise tıpkı günümüz İspanyolcasındaki gibi "Te amo".

Kenya, Tanzanya veya Uganda'da birini sevdiğinize yemin etmek için Swahili lisanında "Nakupenda" diyebilirsiniz. Biraz daha güneyde, benim büyüdüğüm Mozambik, Zambia ve Malawi'de ise "Ndimakukonda". Güney Afrika'daki Bantu dilerinde ise "Ndinokuda", "Ndiyakuthanda" diyebilirsiniz ya da Zulu dilinde, "Ngiyakuthanda". Bu Bantu ailesi, Roman dil ailesinden farklıdır ve her ikisi de Hollandaca, Almanca ve İskandinav dillerini içeren Cermen ailesinden farklıdır. Bakın "aile" kelimesini diller için nasıl da kullandık, tıpkı türler (kedigiller ailesi, köpekgiller ailesi) ve tabi kendi ailelerimiz (Jones ailesi, Robinson ailesi, Dawkins ailesi) için kullandığımız gibi.

Birbirine yakın dil ailelerinin nasıl asırlar içinde ortaya çıktıklarını anlamak zor değil. Arkadaşlarınızın sizinle ve kendi aralarında nasıl konuştuğunu bir dinleyin ve sonra bunu büyükanne ve babanızın konuşmasıyla kıyaslayın.



Konuşmaları sadece biraz farklıdır ve onları kolaylıkla anlayabilirsiniz ama size sadece iki nesil uzaktalar. Şimdi büyükanne ve babalarınızla değil de 25. büyük büyükanne ve babalarınızla konuştuğunuzu düşünün. Bu sizi on dördüncü yüzyılda yaşamış, şunun gibi mısralar yazan şair Yunus Emre'nin yaşadığı döneme götürecektir:

Mecnun oluban yüriyem
Yüce dağları büriyem
Mum olubanı eriyem
Yanam hey dost diyü diyü
Günler geçe yıl çevrile
Üstüme sinlem obrıla
Ten çüriye toprak ola
Tozam hey dost diyü diyü

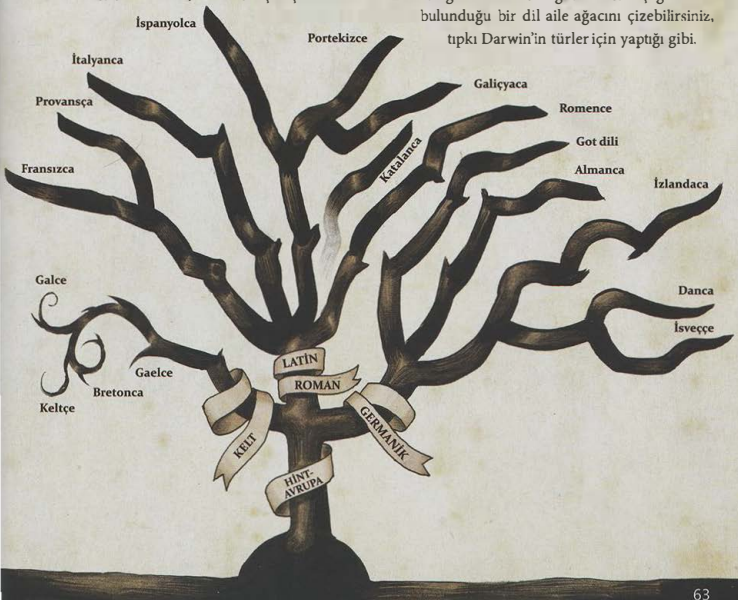


Aslında oldukça anlaşılabilir, değil mi? Ama eminim konuşulurken duysanız anlamakta zorlanırdınız. Hatta en az İspanyolca'nın İtalyanca'dan farklı olduğu kadar, farklı bir dil olduğunu bile düşünebilirdiniz.

İşte böyle, herhangi bir yerdeki bir dil asırlar boyu değişir. Bambaşka bir şey olmaya doğru "sürüklenir" diyebiliriz. Şimdi bir de farklı yerlerde aynı dili konuşan insanların (en azından telefonlar ve radyolar icat edilmeden önce) birbirlerinin ne dediklerini sık sık duyma imkânlarının olmadığı ve bu dilin farklı yerlerde farklı yönlere doğru sürükleneceği gerçeğini de hesaba katın. Bu kelimelerin kendileri kadar, o dilin konuşuluş biçimi için de geçerlidir: Türkçe'nin İstanbul, Karadeniz, Ege, Trakya veya Doğu Anadolu ağızlarının kulağa ne kadar farklı geldiğini düşünün. Ayrıca Egeliler, İzmir ağzını Muğla ağzını ve Aydın ağzını da kolaylıkla ayırt edebilirler. Zaman geçtikçe dilin hem konuşuluşu hem de kelimeleri bir bölgenin kendine has halini alır; dilin konuşuluşu birbirinden yeterince ayrı iki yola sürüklenirse bunlara "lehçe" deriz.

Yeteri kadar uzun süre devam eden sürüklenmeden sonra farklı yerel lehçeler sonunda o kadar farklılaşırlar ki bir bölgedeki insanlar diğer bölgedeki insanların ne söylediğini anlayamaz hale gelir. İşte bu noktada onların farklı diller olduklarını söyleriz. Almanca ve Hollandaca, artık var olmayan ortak bir dilden iki farklı yöne sürüklendiğinde olan buydu. Avrupa'nın farklı kısımlarında Fransızca, İtalyanca, İspanyolca ve Portekizce birbirlerinden bağımsız olarak Latinceden uzağa sürüklendiklerinde de olan buydu.

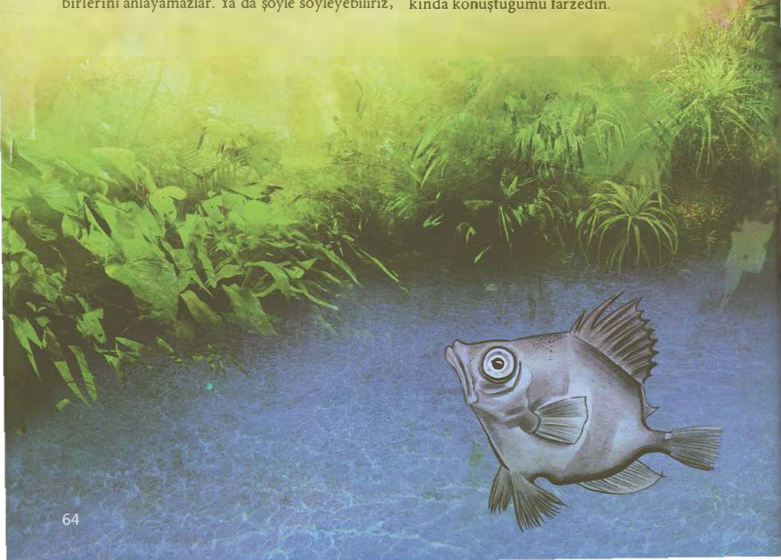
Fransızca, Portekizce ve İtalyanca gibi "kuzenlerin" birbirlerine komşu "dallarda" olduğu, Latince gibi atalarınsa ağacın daha aşağılarında bulunduğu bir dil aile ağacını çizebilirsiniz, tıpkı Darwin'in türler için yaptığı gibi.

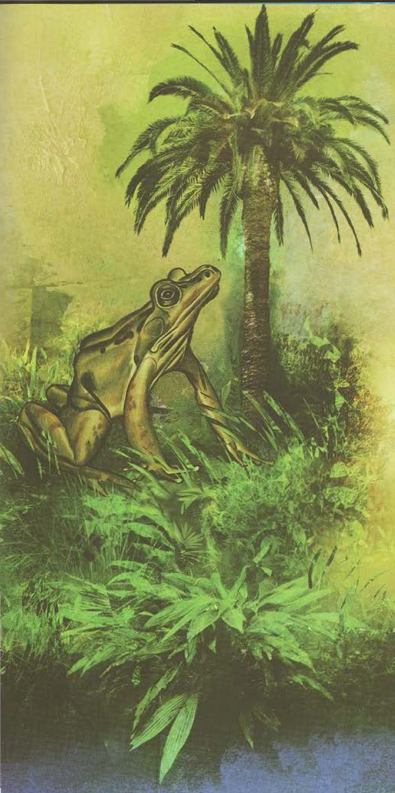


Diller gibi, türler de zamanla ve mesafeyle değişirler. Bunun *neden* olduğuna bakmadan önce, bunu *nasıl* yaptıklarını görmeliyiz. Diller için kelimeler neyse, türler için de DNA odur. DNA 2. Bölüm'de gördüğümüz gibi, her canlının için[illegible] taşıdığı, o canlının nasıl oluşacağının genetik ölçüsüdür. Bireyler eşeyli üredikleri türde DNA'larını karıştır. Yerel bir nüfusun üyeleri başka bir yerel nüfusa göç ettiklerinde, bu yeni katıldıkları nüfustaki bireylerle çiftleşerek genlerini o nüfusa aktarmış olurlar. Buna "gen akışı" diyoruz.

İtalyanca ve Fransızcanın birbirinden uzağa sürüklenmesinin türlerdeki karşılığı ise birbirinden ayrı düşmüş iki nüfusun DNA'larının gitgide daha az benzer hale gelmesidir. DNA'ları gitgide, bebek yapmak için daha az beraber çalışabilir hale gelecektir. Atlar ve eşekler birbirleriyle çiftleşebilirler ama at DNA'sı eşek DNA'sından o kadar uzağa sürüklenmiştir ki, bu ikisi artık birbirlerini anlayamazlar. Ya da şöyle söyleyebiliriz, yeterince güzel karışamazlar. Bu iki "DNA lehçesi" bir canlı, (yani bir katır) ortaya çıkaracak kadar birbirlerini anlarlar ancak kendisi de doğurgan olan bir canlı ortaya çıkaracak kadar değil: önceden de gördüğümüz gibi katırlar kısırdır.

Diller ve türler arasındaki önemli bir farklılık ise dillerden diğer dillere kelimelerin geçebilmesidir. Örneğin Roman, Cermen ve Keltik dillerinden ayrı bir dil olarak geliştikten çok sonra Türkçe, Fransızcadan "valiz", Bengal dilinden "bungalov", Alaska dilinden "anorak" sözcüklerini almıştır. Hayvan türleri ise aksine, bir kez birlikte çiftleşemeyecek kadar birbirlerinden (genetik olarak) yeterince uzağa sürüklendiler mi bir daha asla (neredeyse asla) DNA değiş tokuşunda bulunmazlar. Bakteriler başka bir hikâyedir: onlar gen değiş tokuşunda bulunurlar, ancak bu kitapta bu konuya girmeye yetecek kadar yer yok. Bu bölümün geri kalanında hep hayvanlar hakkında konuştuğumu farzedin.





Adalar ve yalıtım: ayrılığın gücü

Demekki türlerin DNA'ları da, dillerin kelimeleri gibi, ayrı düştüklerinde birbirinden uzağa sürükleniyormuş. Bu neden olabilir? Bu ayrılığa neden olan şey ne olabilir? Deniz bariz bir olasılıktır. Ayrı adalar üzerindeki nüfuslar birbirleriyle karşılaşmazlar, en azından sıkça karşılaşmazlar ve böylece iki ayrı gen kümesinin birbirinden uzağa sürüklenmesi için bir fırsat doğar. Bu durum adaları, yeni türlerin ortaya çıkmasında son derece önemli bir yere koyar. Ama bir adayı, ille de etrafı suyla çevrili bir kara parçası olarak düşünmek zorunda değiliz. Bir kurbağa için vaha, etrafı yaşayamayacağı kurak çöl ile kaplı olan yaşayabileceği bir "adadır". Balık için göl bir adadır. Hem türler hem de diller için adalar önemlidir

çünkü bir ada nüfusunun diğer nüfuslarla iletişimi kesilmiştir (türler söz konusu olunca ada gen akışını keser, tıpkı dillerin etkileşimi kestiği gibi) ve böylece kendi yönünde evrilmeye başlamakta özgür hale gelmiştir.

Bir sonraki önemli nokta ise bir ada nüfusunun sonsuza kadar izole kalması gerekmediğidir: genler zaman zaman onları çevreleyen engelleri, ister su olsun ister yaşanamaz alanlar olsun, aşabilir.

4 Ekim 1995'te kütüklerden ve sökülmüş ağaçlardan oluşan bir yığın, rüzgar tarafından Karayip Adaları'ndan Anguilla'nın kumsalına uçurulmuştu. Yığının üzerinde, diğer bir adadan, büyük ihtimalle 250 km uzaklıktaki Guadelup'tan gelip tehlikelerle dolu bir yolculuktan sağ kurtulan 15 yeşil iguana vardı. Bir önceki ay Luis ve Marilyn adı verilen kasırgalar Karayipler boyunca esip gürlemiş, ağaçları sökerek denize fırlatmıştı. Öyle görünüyor ki bu fırtınalardan biri iguanaların tırmanmakta olduğu ağaçları da (Panama'da da gördüğüm üzere iguanalar ağaçlarda oturmayı severler) söküp denize uçurmuş olmalı. Sonunda Anguilla'ya vardıklarında bu sıradışı ulaşım aracından kumsala inerek bu yepyeni ada evinde beslenmeye ve üremeye ve DNA'larını aktarmaya başladılar.

Bunu biliyoruz çünkü yerli balıkçılar iguanaları Anguilla'ya varırken gördüler. Asırlar önce etrafta tanık olabilecek kimseler olmasa da, iguanaların atalarını Guadelup'a ilk getiren de çok büyük olasılıkla benzer bir olaydı. Ayrıca benzer bir öykü çok büyük bir olasılıkla, sıradaki hikayemizin geçeceği Galapagos adalarındaki iguanaların varlığı için de geçerli.

Galapagos adaları tarihsel öneme sahip çünkü bu adaların, 1835'te HMS *Beagle* gemisinde bir keşif gezisinin üyesi olarak bulunduğu sırada



adaları ziyaret eden Charles Darwin'in evrim üzerine ilk düşüncelerine ilham verdiği düşünülür. Galapagos adaları, Pasifik Okyanusu'nda, Güney Amerika kıyılarının yaklaşık 1000 km batısında bulunan volkanik adalar bütünüdür. Hepsi volkanların deniz dibinden yükselmesiyle oluşmuş olan (sadece birkaç milyon yaşındaki) genç adalardır. Bu demek oluyor ki bu adalar üzerinde yaşayan her bitki ve hayvan başka bir yerden (tahminen Güney Amerika anakarasından), evrimsel ölçülere göre yeni gelmiş olmalı. Türler bir kez vardıktan sonra, adalar arasında nihayet tüm adalara yayılacak sıklıkta (yani yüzyılda bir ya da iki kez) daha kısa geçişler yapmış olabilirler. Ama yine de bu nadir geçişler, geçişler arası dönemlerde türlerin ayrı ayrı evrilmelerine, yani bu bölümdeki deyişimizle "birbirlerinden uzağa sürüklenmelerine" müsaade edecek kadar seyrekti.



İlk iguanaların Galapagos adalarına ne zaman geldiğini kimse bilmiyor. Büyük ihtimalle tıpkı 1995'te Anguilla'ya gelişleri gibi, anakaradan sürüklenerek geldiler. Bugün anakaraya en yakın ada San Cristobal (Darwin'in bildiği İngilizce ismiyle Chatham) adasıdır ama milyonlarca yıl önce, şimdi artık sular altında kalmış başka adalar da vardı. İguanalar ilk kez, bu su altında kalmış olan adalardan birine gelmiş, oradan bugün hâlâ su üstünde olan diğer adalara geçiş yapmış da olabilirler.

Bir kez geldiler mi, artık yeni yerlerinde serpilebilme imkânları olacaktır, tıpkı 1995'te Anguilla'ya gelenler gibi. Galapagos'taki ilk iguanalar, kısmen (dillerde olduğu gibi) sadece "sürüklenme yolu" ile ve kısmen de doğal seçilimin yeni hayatta kalım becerilerini desteklemesinden ötürü (çünkü görece çorak volkanik adalar, Güney Amerika anakarasından çok farklı bir yerdir) anakaradaki kuzenlerinden evrilerek farklılaşmışlardır.

Farklı adaların birbirlerine olan uzaklığı, karaya olan uzaklıklarından çok daha azdır. Yani adalar arası yanlışlıkla geçişler anakarayla olduğundan daha sık yaşanıyor olmalı: bin yılda bir değil de yüzyılda bir gibi mesela. Eninde sonunda iguanalar tüm adalara yayılmış olmalı. Adadan adaya sıçramalar, farklı adalarda evrimsel olarak birbirlerinden uzağa sürüklenmelere izin verecek kadar da seyrek olmalı, her gen "bulaştırma" olayı arasında yeterli vakit bulunmalı. Öyle ki tekrar karşılaştıklarında, artık birlikte üreyemeyecek hale gelmiş olsunlar. Sonuç ise şu; Galapagos adalarında şu anda, artık birbirleriyle üreyemeyen üç farklı kara iguanası türü bulunur. *Conolophus pallidus* sadece Santa Fe adasında bulunur. *Conolophus subcristatus* Fernandina, Isabela ve Santa Cruz adalarının da dâhil olduğu birçok adada

bulunur. *Conolophus marthae* ise büyük Isabela adasının üzerindeki beş volkan zincirinin en kuzeyindekine hapsolmuştur.

Bu da bir başka ilginç soruyu akıllara getiriyor. Bir gölün ya da vadinin de, sularla çevrili bir kara parçası olmasalar da bir çeşit ada sayılabileceğini söylediğimi hatırlıyorsunuz değil mi? İşte aynısı Isabela üzerindeki beş volkanın her biri için de geçerli. Her bir volkan, kendisini öbür volkanın çölünden ayıran vahamsı, bitki örtüsünce zengin bir alanla (aşağıdaki resimde yeşille gösterilen alan) çevrilidir. Çoğu Galapagos adası sadece tek bir volkana sahipken Isabela'da beş tane vardır. Belki de küresel ısınmanın etkisiyle, sular yükselecek olursa Isabela deniz ile ayrılmış beş farklı adaya dönüşecektir. Demem o ki, ada üzerindeki her bir volkanı da bir çeşit ada olarak düşünebilirsiniz. Yani en azından, sadece volkanın etrafındaki eğimli arazide yetişen bitkilerle beslenen bir kara iguanasına (ya da bir dev kaplumbağaya) sorsanız, volkanların adadan bir farkı yoktur.

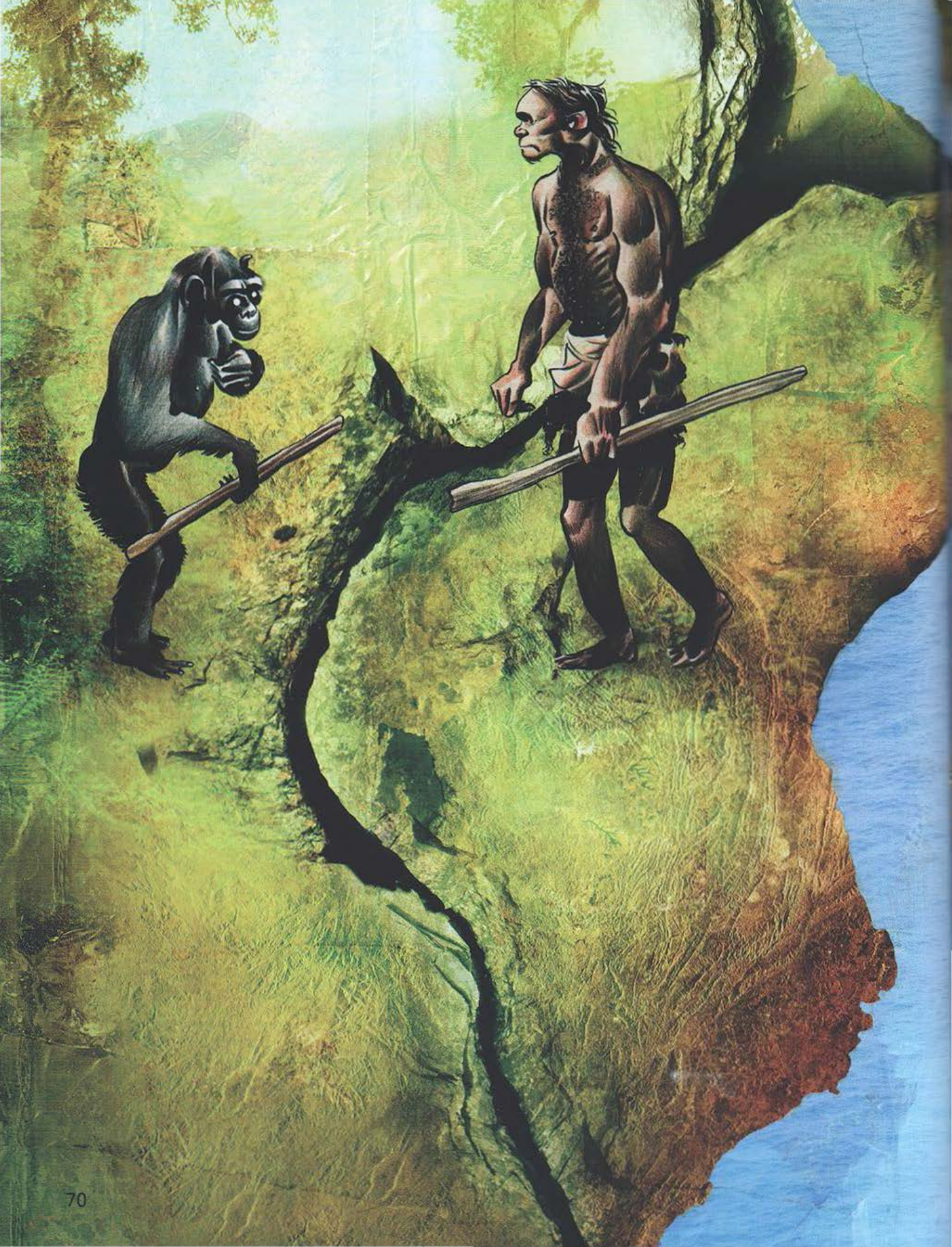
Çok sık olmamak üzere kimi zaman aşılabilen bir coğrafi engelin sağladığı yalıtım, evrimsel dallanmaya neden olur. (Aslında ille de coğrafi engel olması gerekmiyor. Başka olasılıklar da var, özellikle böcekler söz konusu olduğunda, ama konuyu karmaşık hale getirmemek için burada o ayrıntılara girmeyeceğim.) Bölünen nüfuslar beraber üreyemeyecek kadar birbirlerinden uzağa bir kez sürüklendiler mi, coğrafi engele artık gerek yoktur. Bu iki tür bir daha DNA'larını birbirlerine bulaştırmadan kendi evrimsel yollarına giderler. Gezegendeki yeni türlerin ortaya çıkışının birincil sorumlusu başlıca bu tip ayrılmalardır; hatta göreceğimiz gibi örneğin salyangozları bizim de dahil olduğumuz omurgalıların atalarından ayıran asıl olay da böyle bir şeydir.

Galapagos üzerindeki iguanaların geçmişlerinde bir noktada, çok alışılmadık yeni bir tür



ortaya çıkaran bir dallanma olayı yaşandı. Hangisi bilmiyoruz ama adalardan birinde yerel kara iguanası nüfuslarından biri yaşama tarzlarını tamamen değiştirdi. Bu iguanalar volkanların yamacındaki bitkilerle beslenmek yerine, kıyıya gittiler ve deniz yosunlarını yemeye başladılar. Daha sonra doğal seçilim, hünerli yüzücü olan bireyleri tercih etmiştir. Bugün onların torunları deniz altındaki yosunları yemek için dalmayı alışkanlık haline getirmişler. Onlara deniz iguanaları diyoruz ve kara iguanalarının aksine deniz iguanaları yalnızca Galapagos'ta bulunurlar. Deniz iguanaları, kendilerine denizdeki yaşamlarında destek olan birçok garip özelliğe sahipler ve bu onları Galapagos'taki ve dünyanın başka her yerindeki kara iguanalarından gerçekten de farklı kılar. Kara iguanalarından evrildikleri kesin ama Galapagos'taki günümüz kara iguanalarıyla pek yakın kuzen oldukları söylenemez. Yani *Conolophus* cinsinden çok önce anakaradan gelip adalara yerleşmiş, şimdi ise yokolmuş daha önceki bir cinsten evrilmiş olmaları muhtemel. Farklı adalarda farklı deniz iguanası ırkları var ancak hepsi aynı tür. Bir gün bu farklı ırkları, aynı deniz iguanası cinsinin farklı türleri olarak adlandırılabilecek kadar birbirlerinden uzağa sürüklenmiş olarak bulmak mümkün olacak.







Dev kaplumbağalar, lav kertenkeleleri, uçamayan tuhaf karabataklar, alaycı kuşlar, ispinozlar ve Galapagos'taki diğer tüm hayvanlar ve bitkiler için hikâye benzerdir. Benzer şeyler dünyanın her yerinde olur. Galapagos özellikle net bir örnektir. Adalar, (göller, vadiler ve dağlar da dâhil olmak üzere), yeni türler ortaya çıkarırlar. Bir ırmak da benzer bir işlev görebilir. Eğer bir hayvan için bir nehri geçmek zorsa, nehrin iki yakasındaki nüfusların genleri birbirlerinden uzağa sürüklenebilir, tıpkı dillerin iki lehçeye, onların da daha sonra iki farklı dile sürüklenmesi gibi. Dağ sıraları da yalıtımda benzer bir rol üstlenebilir. Sadece *uzak mesafelerde* olmak bile yalıtım sağlayabilir... İspanya'daki bir fare, üreyebilen bir fareler zinciriyle tüm Asya üzerinden Çin'e bağlı olabilir. Ama bir genin fareden fareye bu kadar uzun yolları katetmesi o kadar uzun zaman alır ki aslında gayet ayrı adalarda olduklarını söyleyebiliriz ve İspanya ve Çin'deki fare evrimi farklı yönlere sürüklenebilir.

Galapagos'taki üç kara iguanası türü, evrimsel geçmişlerinde sadece birkaç bin yıllık sürüklenme yaşamışlardır. Yüzlerce milyon yıl geçtikten sonra ise tek bir atadan gelen bu türlerin torunları, örneğin bir hamam böceğiyle bir timsah kadar birbirlerinden farklı hale gelebilir. Aslına bakarsanız, bir zamanlar hamam böceklerinin (ayrıca salyangozları ve yengeçleri de içeren daha birçok hayvanın) büyük büyük büyük (buraya çok sayıda büyük gelecek) anne ve babası aynı zamanda timsahların da (ve tabi diğer bütün omurgalıların da) büyük büyük büyük atasıdır ("büsbüyük ata" diyelim). Ama bu kadar büyük ve kadim büsbüyük atanızı bulmak için çok çok gerilere, belki bir milyar yıldan geriye gitmeniz gerekebilir. Bu o kadar önce gerçekleşmiş ki onları ilk ayıran engelin ne olduğunu tahmin etmeye çalışmak bile zor. Ama her ne idiyse denizde bir yerde olmuş olmalı çünkü o uzak günlerde karalarda yaşayan hayvan yoktu. Belki de bu büsbüyük ata türler sadece mercan resiflerinde yaşayabiliyorlardı ve iki nüfus kendilerini derin deniz sularıyla ayrılmış iki ayrı mercan resifi üzerinde buluverdi.

Bir önceki bölümde gördüğümüz gibi, şempanzelerin ve insanların en yakın ortak büsbüyük atasını bulmak için sadece 6 milyon yıl geriye gitmeniz gerekiyor. Bu bizim için baştaki ayrıma neden olan muhtemel coğrafi engelin ne olduğunu tahmin edebileceğimiz kadar yakın bir geçmiş. Bu engelin, doğusunda insanlar batısında ise şempanzelerin evrildiği düşünülen Afrika'daki Büyük Rift Vadisi olduğu fikri ortaya atılmıştır. Şempanze dalı daha sonra sıradan şempanzeler ve pigme şempanzeler yani bonobolar olarak ikiye ayrılmıştır: bu seferki engelin ise Kongo ırmağı olduğu ileri sürülmüştür. Bir önceki bölümde gördüğümüz üzere, tüm memelilerin ortak büsbüyük atası yaklaşık 185 milyon yıl önce yaşamıştır. O günden bugüne, onun torunları bugün gördüğümüz binlerce memeli türüne dallanmıştır da dallanmıştır: 231 etçil tür (köpekler, kediler, çakallar, ayılar vb.), 2000 kemirgen türü, 88 balina ve yunus türü, 196 çift tırnaklı hayvan (inekler, antiloplar, domuzlar, geyik ve koyun), 16 at ailesinden tür (atlar, zebralar, tapirler ve gergedanlar), 87 tavşan ve yaban tavşanı türü, 977 yarasa türü, 68 kanguru türü, (bizim de dahil olduğumuz) 18 insansı maymun türü ve yol boyunca nesli tükenmiş (ki bunlardan bazıları sadece fosillerden bulunan insan türleridir) daha bir sürü türü meydana getirmiştir.

Karışım, seçilim ve hayatta kalma

Bu bölümü, hikayeyi biraz daha farklı bir dille toparlayarak bitirmek istiyorum. *Gen akışına* kısaca değindim bile; bilimciler bir de *gen havuzu* denen bir şeyden bahsediyorlar, şimdi de bunun ne anlama geldiğinden biraz bahsetmek istiyorum. Elbette gerçekten içi genlerle dolu bir havuz yok. Buradaki "havuz" içinde genlerin karışabileceği bir ortamı temsil ediyor. Ama genler sadece canlı bedenlerindeki hücrelerin içinde bulunabiliyor. Öyleyse gen havuzu derken ne kastediliyor?

Eşeyli üreme, her nesilde genlerin karışmasını sağlar. Siz, annenizden ve babanızdan gelen genlerin karışımıyla doğdunuz, yani büyükanne ve babalarınızın genlerinin karışımından. Bu, evrimsel sürecin işlediği uzun, upuzun, binlerce, on binlerce, yüz binlerce yıllık geçmiş boyunca nüfustaki her birey için geçerlidir. Bu süreç boyunca eşeyli üreme işlemi, nüfustaki genlerin iyice karılmasını sağlar, adeta çorba karıştırır gibi karıştırır. İşte bu bağlamda büyük, girdap gibi dönen bir "gen havuzundan" bahsetmek anlamlı olur.

Birbirleriyle üreyebilen hayvan ve bitki grupları olarak ifade ettiğimiz tür tanımımızı hatırlıyorsunuz değil mi? İşte şimdi neden bu tanımın önemli olduğunu görebilirsiniz. Eğer iki hayvan aynı türün aynı nüfusundaysa, bu onların genlerinin aynı gen havuzunda karışıyor olduğu anlamına gelir. Eğer iki hayvan aynı türe ait değillerse aynı gen havuzunun üyeleri olamazlar çünkü aynı yerde bulunup sık sık karşılaşsalar bile eşeyli üreme ile DNA'ları karışamaz. Eğer aynı türün nüfusları coğrafi olarak ayrı düşerlerse, gen havuzları için birbirlerinden uzağa sürüklenme imkanı doğar, bu sürüklenme o kadar uzağa olabilir ki, artık tekrar karşılaşsalar bile birlikte üreyemeyecek hale gelebilirler. Artık gen havuzları karışamayacak durumda



olduğuna göre farklı türler olmuşlardır ve birbirlerinden daha da uzağa sürüklenmeye milyonlarca yıl boyunca devam edip, birbirlerinden insanlarla hamam böcekleri kadar farklılaşabilirler.

Evrim gen havuzundaki değişim demektir. Gen havuzundaki değişme bazı genlerin daha çoğalması bazı genlerin daha azalması demektir. Bir zamanlar yaygın olan genler seyrekleşebilir ya da tamamen yokolup gidebilirler. Bir zamanlar seyrek olan genler ise yaygınlaşabilir. Sonuçta türün tipik bireylerinin şekli ya da boyutu ya da rengi ya da davranışı değişir: değişirçünkü gen havuzundaki genlerin sayısı değişir. İşte bu evrimdir.

Neden nesiller ilerledikçe genlerin sayısı değişmelidir? Aslına bakarsanız bu kadar uzun zaman içinde değişmeselerdi şaşırtıcı olurdu. Asırlar geçtikçe dillerin neden değiştiğini düşünün. "Zat-ı aliniz", "muhterem", "mamafih", "filhakika" gibi sözcükler ya da "hiss-i kable'l vuku" gibi söz öbekleri günümüz Türkçesinde artık pek fazla kullanılmıyor. Öte yandan "falan olmak" gibi ifadelerin bundan sadece 20 yıl önce anla-



şılması mümkün değilken bu ifadeler şu anda yaygın olarak kullanılıyor. Aynı biçimde beğeni ifadesi olarak kullanılan "yıkılıyor" da öyle.

Bu bölümde şimdiye kadar dillerde olduğu gibi ayrı nüfuslarda da gen havuzlarının birbirlerinden uzağa sürüklenebilecekleri fikrinden öteye gitmeye gerek duymadım. Ama aslına bakarsanız, türler söz konusu olunca sürüklenmeden çok daha fazlası mevcut. Bu "çok daha fazlası" doğal seçilimdir yani Charles Darwin'in en büyük keşfi olan çok büyük öneme sahip bir süreçtir. Doğal seçilim olmasaydı bile gen havuzlarının ayrılıp sürüklenmesini bekleyebilirdik. Ancak başıboş bir sürüklenme olurdu bu. Doğal seçilim evrimi belli bir yöne doğru iteler: hayatta kalım yönüne. Gen havuzlarında varlıklarını sürdürebilen genler, hayatta kalmak için iyi olan genlerdir. Peki bir geni hayatta kalmak için iyi yapan şey nedir? Diğer genlere, hayatta kalmada ve üremede başarılı olacak bedenler inşa edebilmeleri için yardım etmesidir; bu bedenler kendilerine hayatta kalmada yardımcı olmuş genleri aktarabilecek kadar uzun yaşayabilen bedenler olmalıdır.

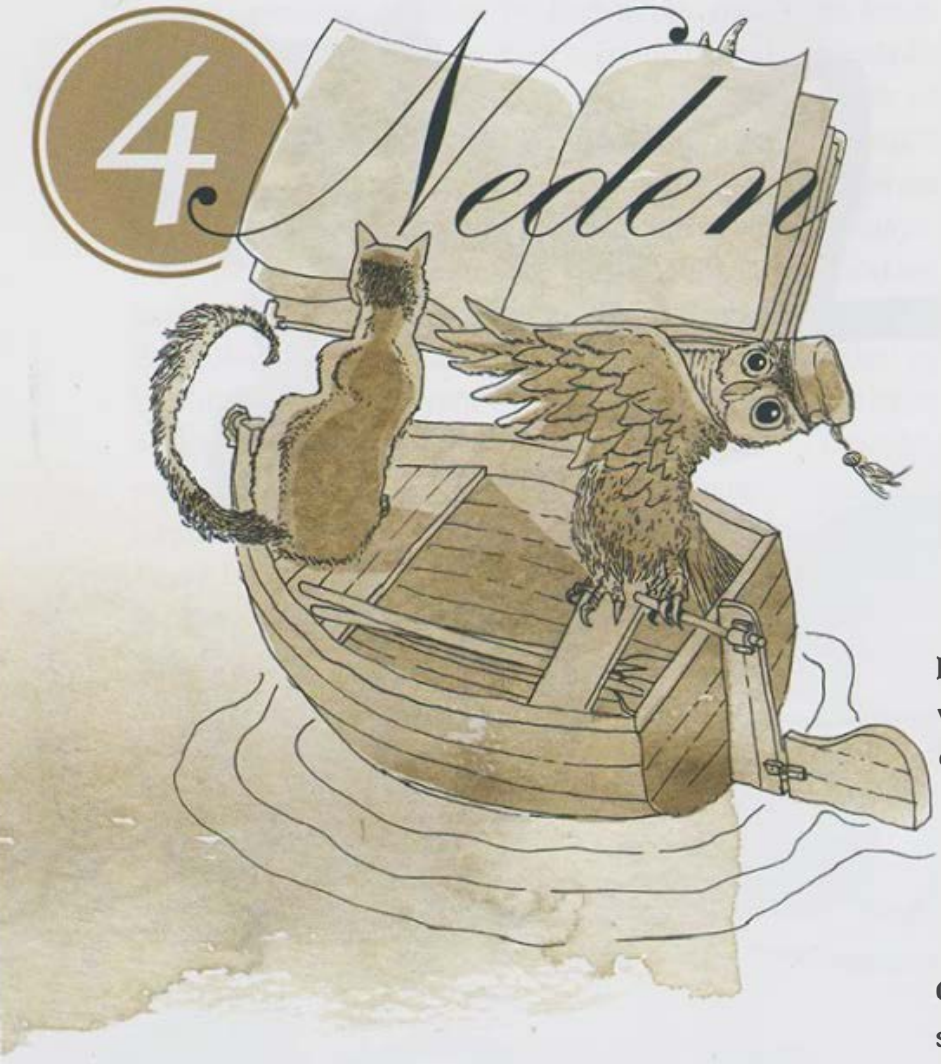
Bunu tam olarak nasıl yaptıkları ise türden türe değişir. Genler, yarasa ve kuş bedenlerinde kanatları yapmaya yardım ederek varlıklarını sürdürürler. Köstebek bedenlerinde iri yarı, kürek gibi eller yapmaya yardım edenler kalır. Aslanlarda hızlı koşan bacaklar, keskin dişler ve pençeler yapmaya yardım eden genler varolmaya devam eder. Antiloplarda hızlı koşan bacaklara, keskin görüşe ve duymaya yardım eden genler hayatta kalır. Yaprak böceklerinde, onları yapraktan ayırt edilemeyecek hale getiren genler varlıklarını sürdürmeye devam eder. Detaylar farklı olsa da tüm türler için geçerli oyun, genlerin gen havuzunda varlıklarını sürdürebilme oyunudur. Bir daha herhangi bir hayvanı ya da bitkiyi gördüğünüzde kendinize şunu hatırlatın: bu baktığım şey, kendisini yapan genleri aktarmaya yönelik karmaşık bir makine. Genler için bir hayatta kalım makinesine bakıyorum.



Aynaya bir sonraki bakışınızda bunu düşünün: siz de öylesiniz.



4 Neden yapı şe



ON DOKUZUNCU YÜZYIL İNGİLTERE'SİNDE, Edward Lear'ın *Saçmalıklar Kitabı* diye çok meşhur bir çocuk kitabı vardı. Bu kitapta bulunan "Baykuş ve pisipisi" gibi şiirler kadar kitabın sonundaki "Tarifler"i de severim. Kıtırlı Külbastı tarifi şöyle başlıyordu:

> *Birkaç parça biftek alın ve onları mümkün olan en küçük parçalara bölün, bölmeye devam edin, dokuz belki de on kez bölün*

Bir şeyi küçük ve daha küçük parçalara bölmeye devam ederseniz ne elde edersiniz?



Herhangi bir şeyden bir parça aldığınızı ve bulabildiğiniz en ince en keskin jiletle onu ikiye böldüğünüzü düşünün.



Ortaya çıkan bu parçaları da ikiye bölün, sonra bir daha ve bir daha, tekrar tekrar bölün.



Parçalar en sonunda, daha da fazla küçülemeyecek kadar küçük bir boyuta ulaştılar mı? Jiletin keskin kenarı ne kadar ince? Bir iğnenin sivri ucu ne kadar sivridir?



Maddelerin en küçük yapıtaşları nelerdir?

mıştır ler

acaba?

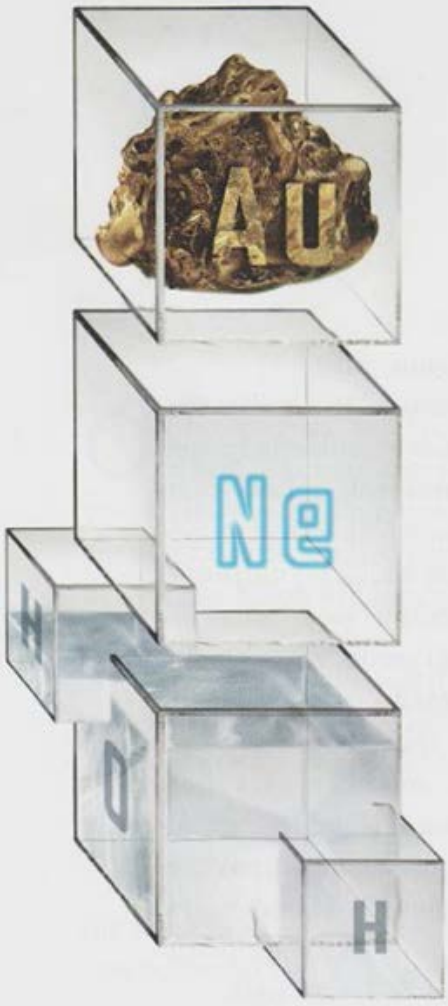


Antik Yunan, Çin ve Hindistan uygarlıklarının hepsi, maddelerin dört "elementten" yapıldığı kanaatine varmıştır: hava, su, ateş ve toprak.

Ama bir Antik Yunanlı olan Demokritos gerçeğe biraz daha yaklaşmıştı. Demokritos, bir şey yeteri kadar küçük parçalara bölünürse, sonunda daha fazla bölünemeyecek küçüklükte bir parçaya ulaşılır diye düşünmüştü. Yunancada "bölmek" için *tomos* sözcüğü kullanılır ve Yunanca sözcüklerin başına getirilen "a" öneki olumsuzluk anlamı katar. Yani "a-tomik", daha küçük parçalara bölünemeyecek kadar küçük şey anlamına gelir ve bu da bizim "atom" sözcüğümüzün geldiği yerdir. Altın atomu, altının mümkün olan en küçük parçasıdır. Daha küçük parçaya bölünmesi mümkün olsa bile, altın atomu bölündüğü an altın olma özelliğini yitirecektir. Demir atomu da yine demirin mümkün olan en küçük parçasıdır. Bu böyle devam eder.



Bugün biliyoruz ki yaklaşık 100 farklı tip atom var ve bunların sadece 90 kadarı doğada bulunuyor. Doğada bulunmayanlar laboratuarda bilim insanları tarafından sadece çok küçük miktarlarda oluşturulmuştur.

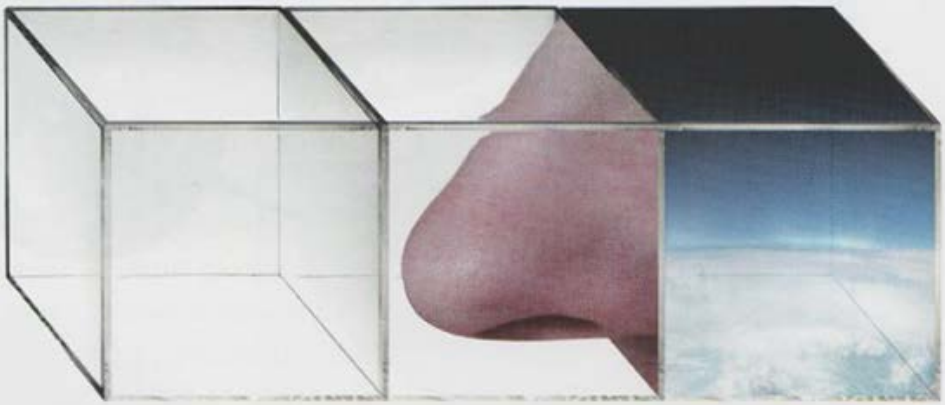


Tek bir tip atomdan oluşan saf maddelere element adı verilir (ki bu isim bir zamanlar hava, su, toprak ve ateş için de kullanılmıştı ama çok farklı bir anlamda). Oksijen, demir, klor, bakır, sodyum, altın, karbon, cıva ve azot elementlere örnektir. Molibden gibi bazı elementler Dünya'da nadir bulunurlar (bu yüzden belki de molibdeni hiç duymamış olabilirsiniz) ama evrenin başka köşelerinde daha sık rastlanılabilir (bunu nereden bildiğimizi merak ediyorsanız 8. Bölüm'ü bekleyin).

Demir, kurşun, bakır, çinko, kalay ve cıva gibi metaller de elementtir. Oksijen, hidrojen, azot ve neon gazları da öyle. Ama etrafımızda gördüğümüz bir sürü madde element değil bileşiktir. Bileşik, birbirinden farklı birden fazla atomun belli bir şekilde bir araya gelmeleriyle oluşur. Büyük ihtimalle suya, "H_2O" dendiğini duymuşsunuzdur. Bu kimyasal bir formüldür ve iki hidrojen atomunun bir oksijen atomuyla bileştiği anlamına gelir. Bileşik oluşturmak için bir araya gelmiş atomların bütününe *molekül* denir. Bazı moleküller oldukça basittir; örneğin su molekülünün sadece bahsettiğimiz üç atomu vardır. Bazı moleküller ise, (özellikle canlıların bedenlerindekiler), belli bir biçimde bir araya gelmiş yüzlerce atomdan oluşabilir. Bir molekülü, başka bir molekül değil de o molekül yapan şey, bu atomların bir araya geliş biçimleri, bağ kurma çeşitleri ve sayılarıdır.

"Molekül" sözcüğünü aynı türden birden fazla atomun bir araya geldiği durum için de kullanabilirsiniz. İki oksijen atomundan oluşan oksijen molekülü, nefes almamız için gerekli olan gazdır. Bazen üç oksijen atomu bir araya gelerek ozon denilen başka bir molekülü oluştururlar. Bir molekülde bulunan atomlar aynı bile olsa, molekülde bulunan sayıları farkyaratır.

Ozonu solumak zararlıdır ama Dünya'nın üst atmosferindeki ozon tabakası bizi Güneş'in en zararlı ışınlarından korur. Avustralyalıların güneşlenirken özellikle dikkatli olmaları gerekmesinin nedenlerinden biri, ozon tabakasındaki "deliğin" güneyde Avustralya taraflarında olmasıdır.



Kristaller: geçit törenindeki atomlar



BİR ELMASTAKİ KARBON ATOMLARI

Elmas kristalleri, element halindeki milyonlarca karbon atomunun belli bir şekilde bir araya dizilip istiflenmesiyle oluşan belirli bir büyüklüğü olmayan dev moleküllerdir. Atomlar kristalin içinde o kadar düzenli bir şekilde yerleşmişlerdir ki onları geçit törenindeki askerler gibi düşünebilirsiniz, bir tek farkla, atomlarınki 3 boyutlu bir geçit törenidir, daha çok balık sürülerininki gibi. Ama bu sürüdeki "balıkların" sayısı muazzamdır, en küçük elmas kristalindeki karbon atomu sayısı bile dünyadaki tüm balık (artı insan) sayısından fazladır. "İstiflenmek" ifadesi, aralarında boşluk olmayan, sıkıca paketlenmiş katı karbon öbeklerini çağrıştırıp sizi yanıltmasın. Aslında göreceğimiz üzere, çoğu "katı" madde boşluklardan oluşur. Bu biraz açıklama gerektirecek! Bu konuya geri döneceğim

Tüm kristaller "geçit törenindeki askerler" gibidir, tüm atomlar kristale şeklini verecek şekilde, belli bir örüntü içinde düzenlice dizilmişlerdir. Zaten kristalden kastımız budur. Bazı "askerler" "geçit törenine" birden fazla şekilde katılıp farklı kristaller oluşturabilirler. Karbon atomlarının, geçide katılma şekillerinden özellikle bir tanesi efsanevi sertlikte elmas kristallerini meydana getirir. Ama karbon atomları eğer farklı bir düzenlenme edinmişlerse, yağ olarak kullanılacak kadar yumuşak grafit kristalleri de oluşturabilirler.

Kristalleri güzel saydam nesneler olarak düşünüyoruz, hatta berrak sular için "kristal gibi" diyoruz. Ama aslında, çoğu katı madde kristallerden yapılmıştır ve çoğu katı madde saydam değildir. Bir parça demir, bir sürü minik kristalin paketlenmesiyle oluşur, her bir kristal milyonlarca demir atomundan oluşur ve bir elmas kristalindeki karbon atomları gibi "geçit törenindeymişçesine" dizilmişlerdir. Kurşun, alüminyum, altın, bakır, hepsi başka atomların kristallerinden oluşur. Granit veya kumtaşı gibi kayalar da öyle, ama onlar daha çok birçok farklı çeşit kristal karışımının birlikte paketlenmesiyle oluşur.



Kum da kristalli yapıdadır. Aslında çoğu kum tanesi, rüzgar ya da su tarafından koparılmış küçük birer kaya parçasıdır. Aynısı biraz su ve başka sıvıların da katıldığı çamur için de geçerlidir. Kum taneleri ve çamur taneleri sıklıkla, yeniden bir araya gelerek "tortul" kayaları oluştururlar çünkü bu kayalar kum ve çamur çökeltilerinin sertleşmesiyle oluşur. ("Çökelti", örneğin bir nehir, göl ya da deniz gibi bir sıvının dibinde çöken katı parçacıklardır). Kumtaşının içindeki kumlar çoğunlukla, Dünya'nın kabuğundaki en yaygın iki kristal olan kuvars ve feldispattan oluşur. Kireçtaşı farklıdır. Tebeşir gibi, kalsiyum karbonattan oluşur ve toprak altındaki mercan iskeletlerinden ve tek hücreli foram denilen canlıların kabukları da dahil olmak üzere deniz kabuklarından gelir. Eğer çok beyaz bir kumsal görecek olursanız, bu kumsaldaki kumun beyazlığı da büyük ihtimalle aynı kalsiyum karbonattan kaynaklanmaktadır.

Bazen kristaller tamamen aynı elementin aynı tip atomlarının "geçidinden" oluşurlar. Elmas, altın, bakır ve demir buna örnektir. Bazı kristallerse iki farklı tip atomun yine düzenli ama dönüşümlü bir geçidinden oluşur. Tuz (bildiğimiz sofra tuzu) bir element değil iki elementten (sodyum ve klor) oluşan bir bileşiktir. Bir tuz kristalinde sodyum ve klor atomları geçitte dönüşümlü olarak, yani bir sodyum bir klor atomu olacak şekilde beraber dizilirler. Aslında bu durumda atom değil "iyon" olarak adlandırılırlar ama bunun neden böyle olduğunun detayına girmeyeceğim. Her sodyum atomunun, birbirine dik açıyla konumlanmış altı tane klor atomu komşusu bulunur: önünde, arkasında, sağında, solunda, üstünde ve altında Aynı şekilde klor atomları da sodyum atomlarıyla çevrilmişlerdir. Tüm bu düzenlenme karelerden meydana gelir, işte bu yüzden güçlü bir mercek ile bakıldığında tuz kristalleri küp şeklinde yani karenin üç boyutlu biçiminde, ya da en azından kare şekilli köşelere sahip biçimlerde görünürler Birden fazla tip atomun "geçidinden" oluşan daha birçok başka kristal vardır ve bunların çoğu kayalarda, kumlarda ve toprakta bulunur.

Katı, sıvı, gaz: moleküller nasıl hareket ederler

Kristaller katıdır ama herşey katı değildir. Bir de sıvı ve gazlar vardır. Bir gazda, moleküller kristalde durdukları kadar bitişik durmazlar ve mümkün olan tüm boşluklarda serbestçe koşuşturur, bilardo topları gibi (ama bu durumda üç boyutlu



olarak, bilardo masasındaki gibi iki boyutlu olarak değil) düz çizgiler üzerinde seyahat ederler. Bulundukları kabın duvarlarına ya da başka bir gaz molekülüne çarpana kadar ilerlerler, çarptıklarındaysa yine bilardo topları gibi geri sekerler. Gazlar sıkıştırılabilir ve bu bize atomlar ve moleküller arasında bir sürü boşluk olduğunu gösterir. Bir gazı sıkıştırdığınızda gazın "geri ittirdiğini" hissedersiniz. Parmağınızı bisiklet pompanızın ucuna koyup pistonu iterseniz gazın bu geri itiş etkisini hissedersiniz. Parmağınızı orada tutup pistonu bırakırsanız bu his kesilir. Hissettiğiniz bu itişe "basınç" denir. Basınç pompanın içinde bulunan (azot, oksijen ve az miktarda da diğer gazlardan oluşan) havadaki milyonlarca molekülün tümünün yarattığı bombardıman etkisinden kaynaklanır. Basınç arttıkça bombardıman daha yüksek hızda gerçekleşir. Bu da (örneğin bisiklet pompasının pistonunu ittirdiğinizde olduğu gibi) aynı miktarda gaz molekülünü daha küçük hacimde sıkıştırdığınızda ya da sıcaklığı arttırdığınızda olur, çünkü sıcaklık artışı da gaz moleküllerinin daha hızlı hareket etmesini sağlar.

Sıvılar da, moleküllerinin etrafta hareket etmesi ya da "akması" bakımından gazlarla benzerdir (bu yüzden sıvıların ve gazların ikisine birden "akışkan" deriz, fakat katılar için bu tanımı kullanmayız). Ama bir sıvıdaki moleküller birbirine, gazdaki moleküllerden daha yakındır. Gazı kapalı bir kaba koyarsanız, gaz, kabı baştan aşağı, köşe bucak dolduracak şekilde yayılır. Gazın hacmi de tüm kabı dolduracak biçimde hızlıca artar. Sıvılar da kabın tüm köşe bucağını doldurur ama sadece belli bir seviyeye kadar. Belirli bir miktar sıvı, aynı miktardaki gazın aksine belli bir hacimde kalır ve yerçekiminin etkisi yüzünden kabı aşağıdan yukarıya doğru ihtiyacı olan hacim kadar doldurur. Çünkü sıvıların molekülleri birbirlerine yakın dururlar. Ama bir katınınkinden farklı olarak birbirleri üzerinden kayarak etrafta hareket ederler, bir akışkan şeklinde davranmalarının sebebi budur.

Bir katı ise kabı doldurmaya kalkmaz bile, sahip olduğu şekli korumaya devam eder. Çünkü katıların molekülleri, sıvılarınki gibi birbirlerinin üzerinden kaymak yerine komşularına göre aynı konumlarını (hemen hemen) korurlar. "Hemen hemen" diyorum çünkü katılarda bile moleküller (yüksek sıcaklıklarda daha hızlı olmak üzere) bir nevi titreşirler, ancak kristal "geçit törenindeki" konumlarından kristalin şeklini etkileyecek kadar uzaklaşmazlar.



Bazı sıvılar "kıvamlı" olur, örneğin pekmez gibi. Kıvamlı sıvılar aslında akar ama o kadar yavaş akar ki çok kıvamlı bir sıvı, eninde sonunda kabın tabanını dolduracak olsa da bu çok uzun zaman alabilir. Bazı sıvılar o kadar kıvamlıdır, yani o kadar yavaş akarlar ki, onlara katı bile diyebiliriz. Bu gibi maddeler kristallerden yapılmadıkları halde katı gibi davranırlar. Örneğin cam. Camın "aktığı" söylenir ama bu o kadar yavaştır ki fark etmemiz asırlar alır. Bu yüzden, pratik nedenlerden ötürü camı katı olarak kabul edebiliriz



Katı, sıvı ve gaz, maddenin yaygın olan üç "haline" verdiğimiz isimlerdir. Çoğu madde üç halde de bulunabilir, ama farklı sıcaklıklarda. Metan, Dünya üzerinde bir gazdır (genellikle "bataklık gazı" olarak da adlandırılır çünkü bataklıklardan kabarcıklar halinde çıkar ve bazen de alev alıverir). Ama Satürn'ün büyük ve çok soğuk uydusu Titan'da sıvı halde metan gölleri bulunur. Cıvayı bir sıvı olarak düşünürüz ama bu sadece Dünya'da normal sıcaklıklarda sıvı olduğu anlamına gelir. Kutup soğuğunda dışarıda bıraktığınızda cıva katı bir metaldir. Eğer yeteri kadar yüksek bir sıcaklığa ısıtırsanız demir de sıvı olur. Hatta Dünya'nın derinlerindeki merkezinin etrafında sıvı demir ve nikelden bir deniz vardır. Bildiğim kadarıyla, yüzeyinde sıvı demir okyanusları bulunan çok sıcak gezegenler de olabilir, pek ihtimal vermesem de bu okyanuslarda yüzen ilginç yaratıklar da olabilir. Ama bizim standartlarımıza göre demirin erime noktası hayli yüksektir, bu nedenle Dünya yüzeyinde demirle genellikle "soğuk demir" olarak karşılaşıyoruz. Keza civanın donma noktası da hayli düşüktür, bu nedenle onunla da genellikle sıvı olarak karşılaşıyoruz. Sıcaklık ölçeğinin öteki ucunda, yani onları yeterince ısıttığınız durumda ikisi de gaz hale geçerler.

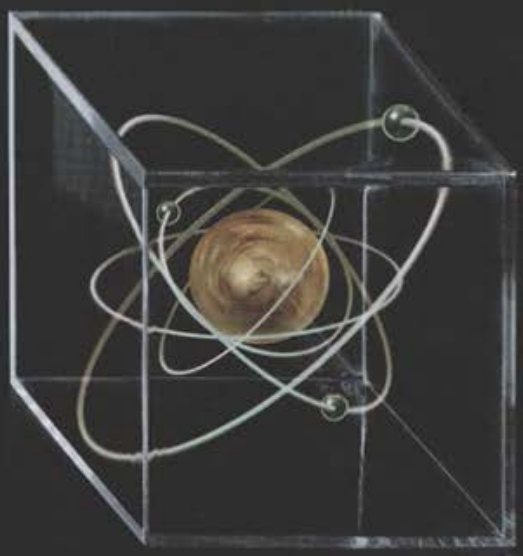
Atomun içinde

Bu bölümün başında maddeyi mümkün olan en küçük parçalarına kadar ayırmayı hayal ettiğimizde atoma gelince durmuştuk. Kurşun atomu, kendisine hâlâ kurşun denmesini hak edecek en küçük parçacıktır demiştik. Ama gerçekten bir atomu daha küçük parçalara ayıramaz mısınız? Peki ya o parçalar, küçük minnacık bir kurşun parçasına benzemez mi? Hayır, küçük bir kurşun parçacığına benzemezler. Hiçbir şeye benzemezler. Çünkü atomlar gözle görülemeyecek kadar hatta çok güçlü mikroskoplarla bile görülemeyecek kadar küçüktürler. Ve evet, bir atomu daha da küçük parçalara ayırabilirsiniz, ama bunu yaptığınızda, birazdan göreceğimiz sebepler dolayısıyla, artık o element olmaktan çıkar. Ayrıca bu yapması çok zor bir şeydir ve çok büyük miktarlarda enerji açığa çıkmasına neden olur. Bu nedenle "atomu parçalamak" sözcükleri bile bazı insanların keyfini kaçırmaya yeter. Atom ilk kez 1919 yılında Yeni Zelandalı büyük bilimci Ernest Rutherford tarafından bölündü.

* Googleda arayın. Şair Rudyard Kiplingden bu. Bugünlerde pek rağbet edilmese de ben onun şiirlerini çok seviyorum.







Bir atomu görmemiz ve onu başka bir şeye dönüştürmeden bölmemiz mümkün olmasa da bu onun içinin neye benzediğini araştıramayacağımız anlamına gelmez. 1. Bölümde açıkladığım gibi, bilimciler bir şeyi doğrudan göremediklerinde, onun neye benzeyebileceğine dair bir "model" ortaya koyarlar ve bu modeli test ederler. Bilimsel model, bir şeyin neye benziyor olabileceğini düşünmenin bir yoludur. Yani atomun modeli, bir atomun içinin neye benziyor olabileceğine dair bir çeşit zihinsel resim gibidir. Bilimsel model, hayal ürünü gibi görünebilir ama sadece bir hayal ürünü değildir. Bilimciler bir modeli sadece ortaya atmakla kalmaz, onu aynı zamanda test ederler. "Eğer düşündüğüm bu model doğruysa, gerçek dünyada şunu ve bunu görmeyi beklemeliyiz" derler. Deneyler yapıp, belli ölçümler alınca ne bulmanız gerekeceğini öngörürler. Başarılı bir model, öngörüleri doğru çıkan bir modeldir, özellikle de deney testini başarıyla geçerlerse. Öngörüler doğru çıkarsa, bu durumda modelin muhtemelen gerçeği ya da en azından gerçeğin bir kısmını temsil ettiği anlamına geldiğini umabiliriz.

Bazen öngörüler doğru çıkmaz ve bilimciler geri dönüp modelde bazı düzeltmeler yaparlar veya yeni bir model düşünürler ve onu test ederler. Her şekilde, bizim "bilimsel yöntem" dediğimiz bu model sunma ve test etme yöntemi, insanların bir zamanlar anla(ya)madığı şeyleri, uydurulmuş en yaratıcı en güzel söylenceden daha iyi açıklama şansına sahiptir.

İlk atom modellerinden biri olan "üzümlü kek hamuru" olarak da bilinen atom modeli on dokuzuncu yüzyılda büyük İngiliz fizikçi J. J. Thomson tarafından ortaya atılmıştır. Bu modelin üzerinde durmayacağım çünkü daha başarılı olan Rutherford modeli onun yerini almıştır. Rutherford atom modeli aynı zamanda atomu ilk kez bölen, Yeni Zelanda'dan İngiltere'ye Thomson'ın öğrencisi olarak çalışmak için gelen ve daha sonra Cambridge'deki fizik kürsüsünü Thomson'dan devralan Ernst Rutherford tarafından ortaya atılmıştır. Rutherford modeli de, Rutherford'un öğrencisi olan ünlü Danimarkalı Niels Bohr tarafından geliştirilmiş, küçük minyatür bir güneş sistemi olarak ele alınmıştır. Atomun ortasında, kütlenin çoğunluğunu içeren bir çekirdek vardır. Çekirdeğin etrafında da "yörüngelerinde" dolanan, elektron adı verilen küçük parçacıklar bulunur ("yörünge" kelimesi sizi yanıltmasın, güneşin etrafında dönen bir gezegen gibi elektronlar küçük yuvarlak ve belli bir konumları bulunan şeyler değillerdir).



Rutherford-Bohr modelindeki, muhtemelen gerçeği yansıtan, şaşırtıcı bir nokta çekirdekler arasındaki uzaklığın elmas gibi sert katılarda bile, çekirdeğin boyutuna kıyasla çok büyük olmasıdır. Çekirdekler hayli aralıklı olarak dizilmişlerdir. İşte dönmeye söz verdiğim noktaya geldik.

Elmas kristalinin, geçit törenindeki (ama üç boyutlu bir geçit törenindeki) askerler gibi dizilmiş karbon atomlarından oluşan dev bir molekül olduğunu söylediğimi hatırlıyor musunuz? Güzel, şimdi bu elmas kristali "modelimizi" onu ölçeklendirerek biraz daha geliştirelim, yani kristaldeki boyutların ve uzaklıkların birbiriyle nasıl ilişkilendirildiğine geceğiz. Kristaldeki her bir karbon atomunu, etrafındaki yörüngelerinde dönen elektronlarıyla birlikte, asker olarak değil de bir futbol topu olarak resmettiğimizi düşünün. Bu ölçekte, en yakın komşu futbol topu 15 kilometreden uzakta olacaktır.





Futbol topları arasındaki bu 15'er kilometre mesafeler, yörüngesindeki elektronları barındırır. Ama her bir elektron, bizim "futbol topu" ölçeğimize göre, bir sivrisinekten çok daha küçüktür ve bu minyatür sivrisinekler futbol toplarına birkaç kilometre uzaktan uçarlar. Görüyorsunuz ki, şaşırtıcı bir şekilde, efsanevi sertelmas bile aslında neredeyse tamamen

boşluktur!

Aynısı, ne kadar sert ve katı olursa olsun tüm kayalar için de geçerli. Demir ve kurşun için de geçerli. En sert odun için de geçerli. Ayrıca sizin ve benim için de geçerli. Katı maddelerin "paketlenmiş" atomlardan meydana geldiğini söylemiştim, ama "paketlenmiş" demek biraz garip kaçıyor çünkü atomların kendileri de çok büyük oranda boşluktan oluşuyor. Atomların çekirdekleri birbirlerinden o kadar uzak ki, futbol topu boyutuna getirilseler, herhangi bir çift atom arasında 15 kilometre uzaklık ve arada uçuşan birkaç sivrisinek olurdu.



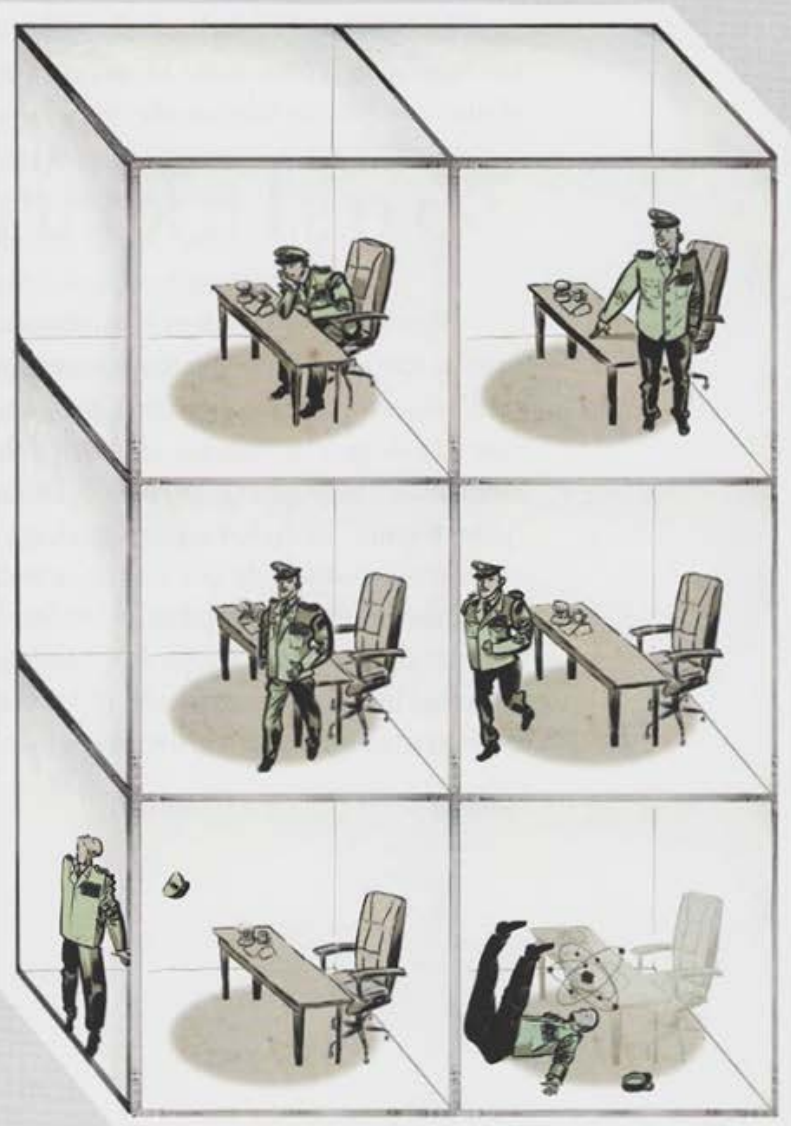
Bu nasıl olabilir? Eğer bir kaya neredeyse tamamen boşluktan oluşuyorsa, diğer bir ölçekle en yakın komşusundan kilometrelerce uzakta bulunan futbol topları gibi aralıklıysa nasıl oluyor da bu kadar sert ve katı olabiliyor? Neden üzerine oturduğumuzda iskambilden kuleler gibi yıkılmıyor? Madem çoğunlukla boşluktan oluşuyor neden baktığımız şeyin arkasını göremiyoruz? Neden hem bir duvar hem de ben çoğunlukla boşluktan oluşuyorsak dosdoğru duvarın içinden geçemiyorum?

İlk başta makul bir fikir gibi görünüyor. Duvarın ve benim bedenimin, birbirlerinden 15 kilometre uzaklıktaki futbol topları gibi aralıklı duran atomlardan oluştuğunu biliyorum. Elbette, eğer hem duvar hem de bedenim çoğunlukla boşluktan oluşuyorsa, benim atomlarımı duvarın atomları arasındaki boşluklara denk getirerek duvardan geçebilmem mümkün olmalıydı, değil mi? Neden geçemiyorum?

Sıradan birbinanın sıradan birodasında oturduğunuzu ve duvara baktığınızı hayal edin. Ve şöyle düşünmeye başlıyorsunuz:bu duvar sadece betondanve beton da sadece atomlardan ve atomlar da büyük ölçüde boşluktan oluşuyor. Keza siz de öyle, büyükoranda boşluktan oluşuyorsunuz.

Bu durumda, elbette ki duvardan geçebiliyor olmanız gerekir, değil mi? Neden bir denemeyesiniz ki? Ve böylece denemeye karar veriyorsunuz.

Ve sonra duvara tosluyorsunuz. Neden?

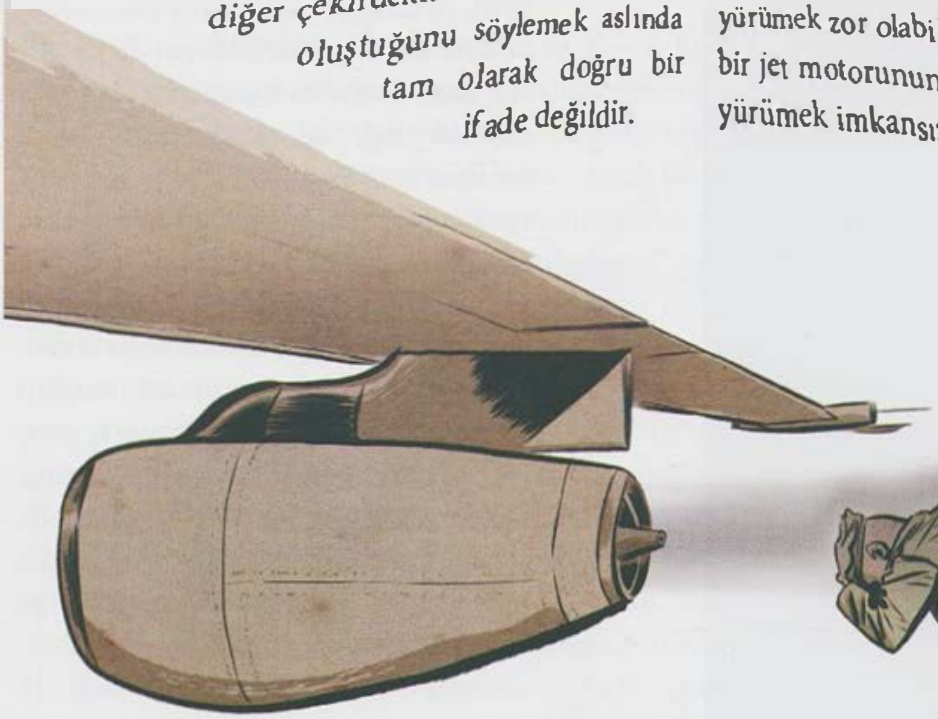


Neden kayalar ve duvarlar serttir ve neden bizim boşluklarımızla onların boşluklarını denk getiremeyiz? Anlamamız gereken şu ki, katı madde olarak hissettiğimiz ve gördüğümüz şeyler sadece elektron ve çekirdekten, yani "futbol topundan" ve "sivrisinekten" fazlasıdır (nitekim, duvardan geçmeyi deneyen herkes bu gereği acılı bir deneyimle anlar). Bilim insanları, "futbol toplarını" birbirinden ayrı tutan fakat aynı zamanda her "futbol topunu" oluşturan bileşenleri de bir arada tutan, her biri kendine has yollarla işleyen "kuvvetlerden", "bağlardan" ve "alanlardan" söz ederler. İşte maddeleri katı olarak hissetmenizi sağlayan bu kuvvetler ve alanlardır.

Atom ve çekirdek gibi gerçekten de çok küçük olan olguların boyutuna indiğiniz zaman, "madde" ve "boşluk" arasındaki fark anlamını yitirmeye başlar. Çekirdeğin, futbol topu gibi bir "madde" ve diğer çekirdekle arasında "boşluktan" oluştuğunu söylemek aslında tam olarak doğru bir ifade değildir.

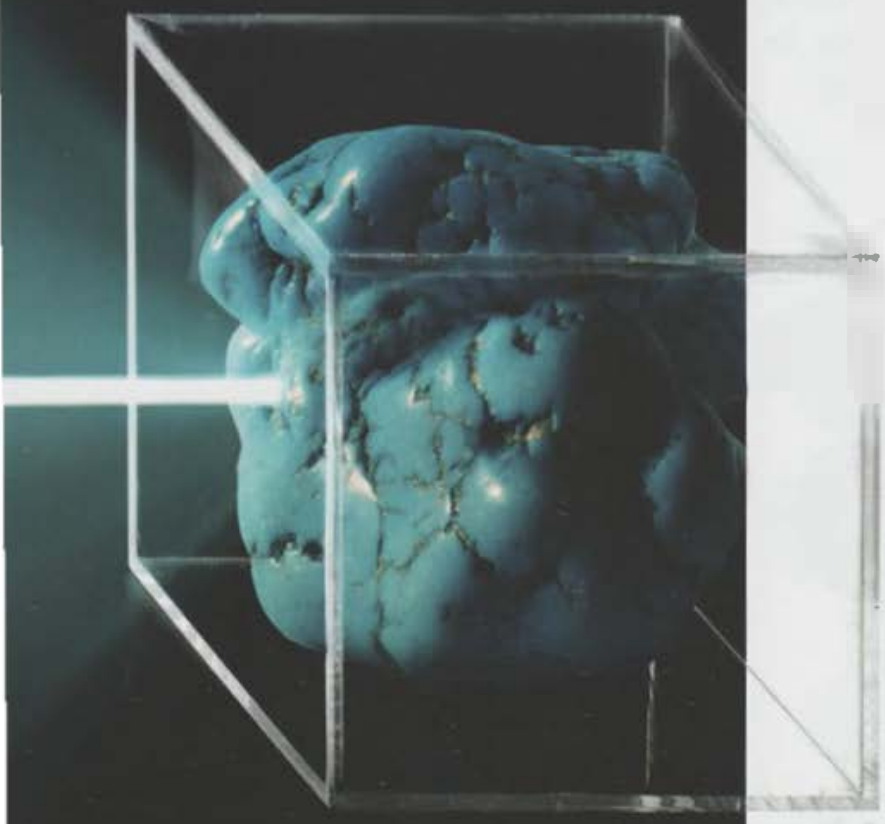
Katı maddeyi "içinden geçemeyeceğiniz şey" olarak tanımlarız. Bir çekirdeği komşularına göre sabit bir konumda tutan bu gizemli kuvvetler nedeniyle bir duvardan geçemezsiniz. İşte katı budur

Sıvı da katıya benzer, sadece atomları bir arada tutan bu gizemli alanlar ve kuvvetler daha az sıkıdır, böylece atomlar birbirleri üzerinden kayabilirler, bu da suyun içinden geçebileceğiniz anlamına gelir ama havanın içinden geçebildiğiniz kadar hızlı geçemezsiniz. Hava gaz olduğu için (daha doğrusu gazların bir karışımı olduğu için) içinden geçmek ve içinde hareket etmek kolaydır çünkü gaz atomları birbirlerine bağlı olmaktan daha çok serbestçe dolaşırlar. Bir gazın içinde yürümek ancak atomların çoğu, sizin yürümeye çalıştığınız yönün tersi yönde hareket ediyorsa zorlaşır. "Rüzgar" budur, rüzgara karşı yürümeye çalışırken olan da budur. Bir fırtınaya karşı yürümek zor olabilir ve bir kasırgaya karşı ya da bir jet motorunun yarattığı yapay rüzgara karşı yürümek imkansızdır.









Bizler katı maddelerin içinden geçemeyiz ama fotonlar gibi çok küçük parçacıklar geçebilirler. Işık huzmeleri, foton akımlarıdır ve "saydam" dediğimiz türden katı maddelerin içinden doğruca geçebilirler. Suyun veya camın ya da bazı değerli taşların "futbol toplarının" dizilimi sayesinde

fotonlar

aralardan geçebilirler, gerçi tıpkı sizin suda yürümeye çalışırken yavaşladığınızgibi biraz yavaşlarlar.

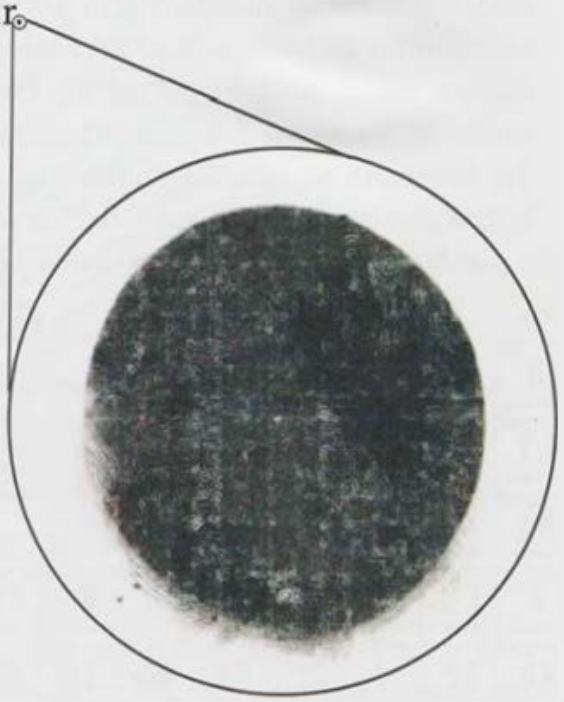
Kuvars kristalleri gibi bazı istisnalar haricinde kayalar saydam değildir ve fotonlar kayaların içlerinden geçemezler. Bunun yerine, kayanın rengine bağlı olarak, ya kayanın kendisi tarafından soğurulur ya da kaya yüzeyinden yansıtılırlar ve aynı şey diğer katılar için de geçerlidir. Bazı katı şeyler fotonları çok özel bir biçimde doğrusal olarak yansıtırlar ve bunlara ayna deriz. Ama çoğu katı madde, fotonların çoğunu soğurur (saydam değildirler) ve yansıttıklarını da dağıtarak yansıtırlar (ayna gibi davranmazlar). Onları "opak" ve ayrıca hangi türden fotonları soğurup hangi türden fotonları yansıttıklarına bağlı olarak renkli görürüz. Renklerle ilgili bu önemli konuya "Gökkuşağı nedir?" başlıklı 7. Bölüm'de tekrar döneceğim. Şimdi daha da küçük bir yere odaklanalım ve çekirdeğin içine, futbol topunun kendisine bakalım.

En küçük şey

Çekirdek pek de futbol topu gibi değildir aslında. O biraz kaba bir modeldi. Kesinlikle bir futbol topu gibi yuvarlak değildir. Hatta belli bir "şekli" olup olmadığından bahsedebileceğimiz bile kesin değil.

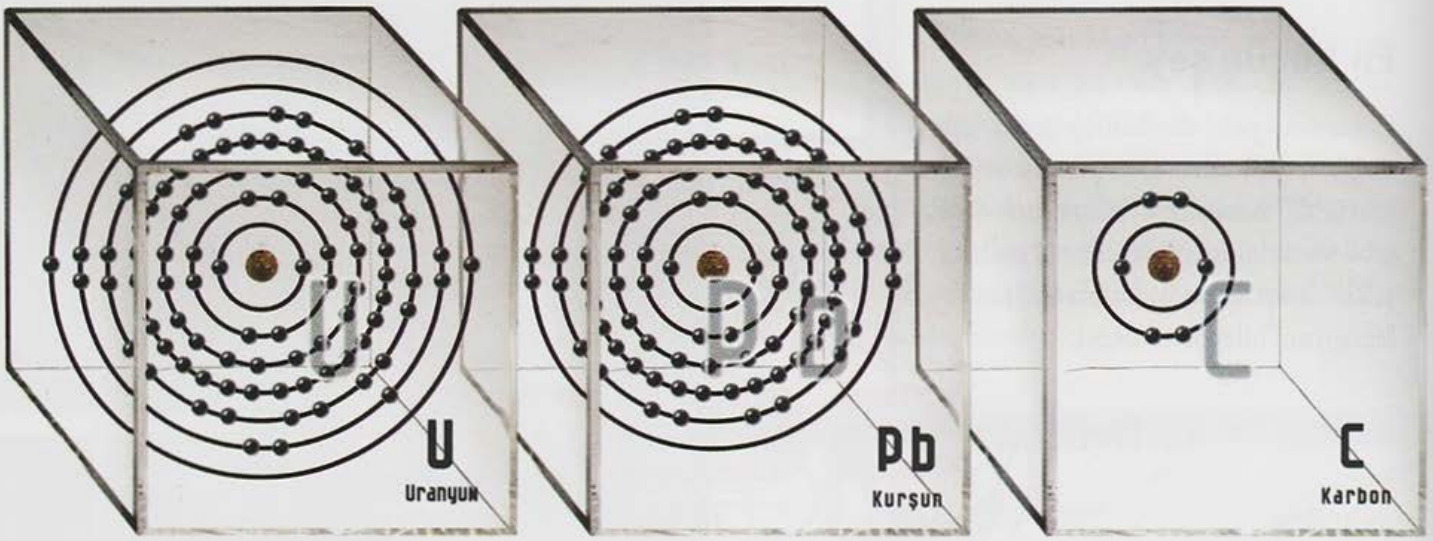
Belki de **şekil** kelimesinin kendisi, tıpkı "katı" kelimesi gibi, çok küçük boyutlarda anlamını yitiriyordur. Ve küçük derken çok çok çok küçükten bahsediyoruz.

Bu cümlenin sonundaki nokta, milyonlarca mürekkep atomu içermektedir.



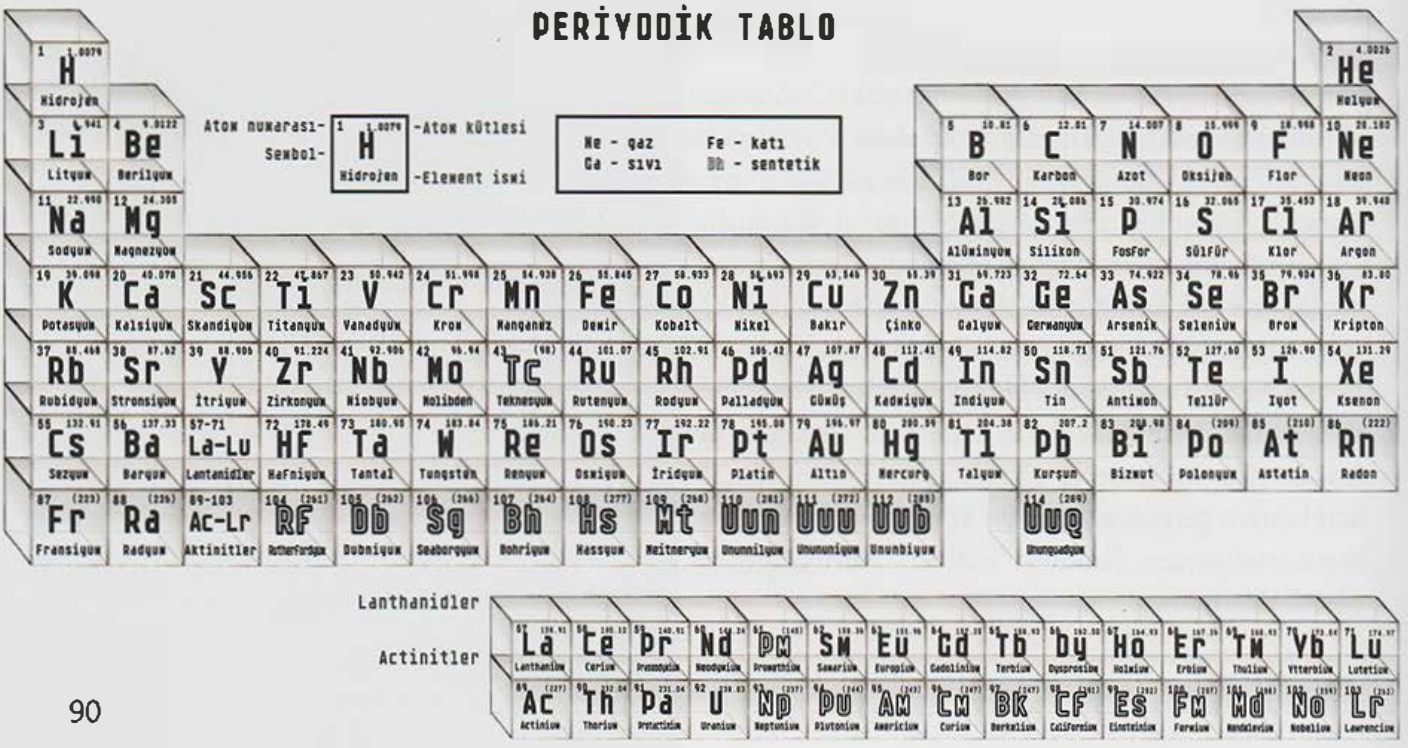
Her bir çekirdek, proton ve nötron denilen daha küçük parçacıklar içerir. Onları da top gibi düşünebilirsiniz isterseniz ama tıpkı çekirdek gibi onlar da gerçekte top gibi değildir. Protonlar ve nötronlar boyut olarak hemen hemen aynıdır. Gerçekten çok çok küçüktürler ama yine de çekirdeğin etrafında dönen elektronlardan ("sivrisineklerden") 1000 kat daha büyüktürler. Proton ile nötron arasındaki temel fark protonun yüklü, nötronun ise yüksüz olmasıdır. Elektronların da elektrik yükleri vardır ama protonunkinin tersidir. "Elektrik yükünün" ne olduğuna burada çok girmeyeceğiz. Nötronlar yüksüzdür.

Protonlar ve nötronlar çok çok küçüktür ama elektronlar çok çok çok küçük oldukları için atomun kütlesini esasında sadece proton ve nötronlar oluşturur. "Kütle" nedir? Kütleyi ağırlık gibi bir şey olarak düşünebilirsiniz ve ağırlıkla aynı birimlerle ölçersiniz (örneğin gram). Ancak yine de kütleyle ağırlık aynı şey değildir. Bunu açıklamam gerekecek ama bu açıklamayı bir sonraki bölüme erteliyorum. Şimdilik "kütleyi" "ağırlık" gibi bir şey olarak düşünün.



Bir nesnenin kütlesi neredeyse tamamen, tüm atomlarında kaçar tane proton ve nötron olduğunun toplamına dayanır. Bir elementin herhangi bir atomunun çekirdeğindeki proton sayısı aynıdır ve çekirdeğin etrafındaki elektron sayısı da bu proton sayısına eşittir ama elektronlar çok küçük oldukları için kütleye fark edilebilir bir katkıları yoktur. Bir hidrojen atomunun sadece bir protonu (ve bir elektronu) vardır. Bir uranyum atomunun 92 protonu vardır. Kurşunun 82 tane. Karbonun 6 tane. 1'den 100'e kadar (ve 100'den biraz fazla) her sayı için, o sayıda protona (ve elektrona) sahip bir ve sadece bir element vardır. Hepsini burada saymayacağım ama bunu yapmak hiç de zor olmazdı (Eşim Lala, hafıza egzersizi ve uyumasına yardımcı olması için geliştirdiği bir yöntemle hepsini ezberden hızlıca sayabilir).

Bir elementin sahip olduğu proton (ve elektron) sayısına o elementin "atom numarası" denir. Örneğin, karbonun atom numarası 6, kurşununki 82'dir. Elementler, periyodik tablo denilen (ilginç olsa da neden periyodik tablo dendiğinin detaylarına girmeyeceğim) tabloda uygun bir biçimde yerleştirilmişlerdir. Şimdi söz verdiğim üzere, neden "kurşunu küçük par-



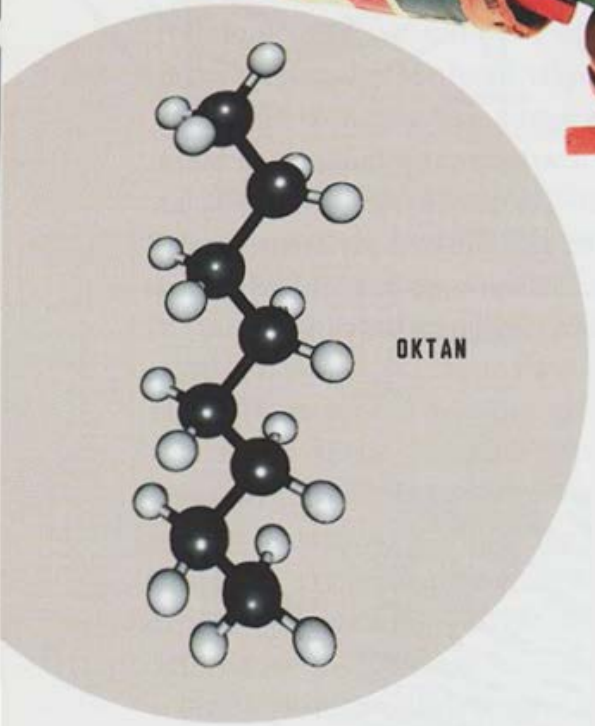
çalara ayırırken sonunda öyle bir yere gelirsiniz ki o parçacığı tekrar böldüğünüzde artık kurşun olmaktan çıkar" dediğimi açıklayacağım. Kurşun atomunun 82 protonu vardır. Eğer atomu bölecek olursanız artık 82 protonu olmayacak ve kurşun olmaktan çıkacaktır.

Bir atomun çekirdeğindeki nötron sayısı, proton sayısından daha az sabittir: pek çok elementin farklı nötron sayılarına sahip izotop denen versiyonları vardır. Örneğin, karbonun Karbon-12, Karbon-13 ve Karbon-14 denen üç izotopu bulunur. Buradaki sayılar, atomun protonlarının ve nötronlarının toplamı olan kütlesini temsil eder. Her birinin altı protonu bulunur. Karbon-12'nin altı nötronu, Karbon-13'ün yedi ve Karbon-14'ün de sekiz nötronu bulunur. Karbon-14 gibi bazı izotoplar radyoaktiftir, yani öngörülebilir bir hızda ama öngörülemeyen anlarda başka bir elemente dönüşebilirler.

Pekala, maddeleri daha küçük daha daha küçük parçalara ayırma görevimiz bu üç parçacıkla son buldu mu: elektron, proton, nötron? Hayır, protonların ve nötronların içinde bile kuark dediğimiz daha küçük bir şeyler var. Ama bu konuya bu kitapta girmeyeceğim. Sizin anlayamayacağınızı düşündüğümden değil. Ben kendim, anlamadığımı bildiğimden! Burada bilinmeyenin harikalar diyarına giriyoruz. Ve anlayışımızın sınırlarına ne zaman vardığımızı fark etmek de önemli. Bu şeyleri hiç anlayamayacağımızdan değil. Büyük ihtimalle anlayacağız da, bilimciler başarılı olmayı umarak bu konular üzerinde çalışmaya devam ediyorlar. Ama neyi anlamadığımızı bilmeliyiz ve o konunun üzerinde çalışmadan önce bunu kabul etmeliyiz. Çok küçük olguların harikalar diyarıyla ilgili en azından bazı şeyleri anlamaya başlayan bilimciler var ama ben onlardan biri değilim. Bilgimin sınırlarını biliyorum.







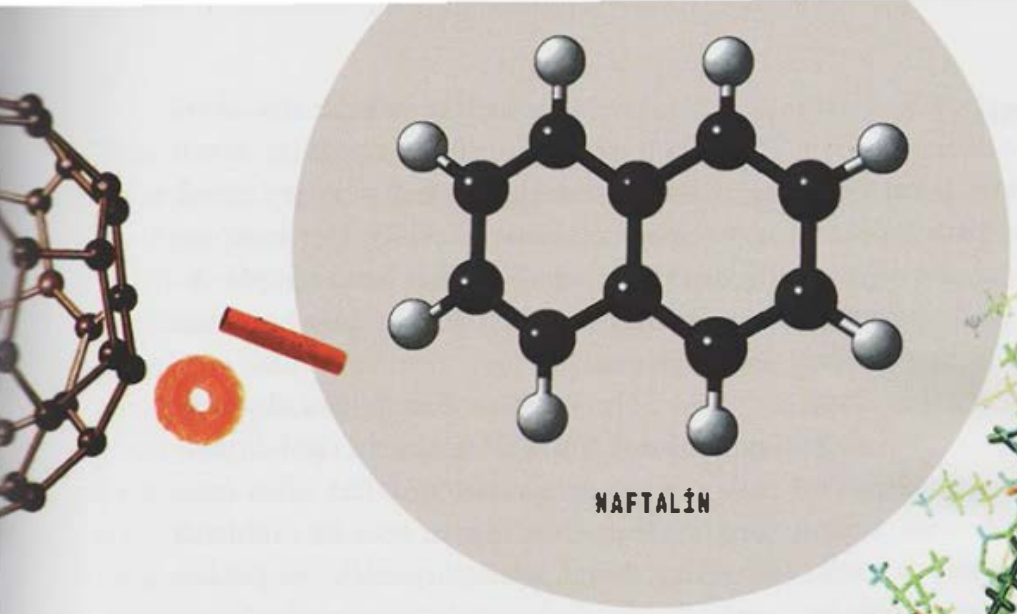
OKTAN

Karbon: yaşamın yapı iskelesi

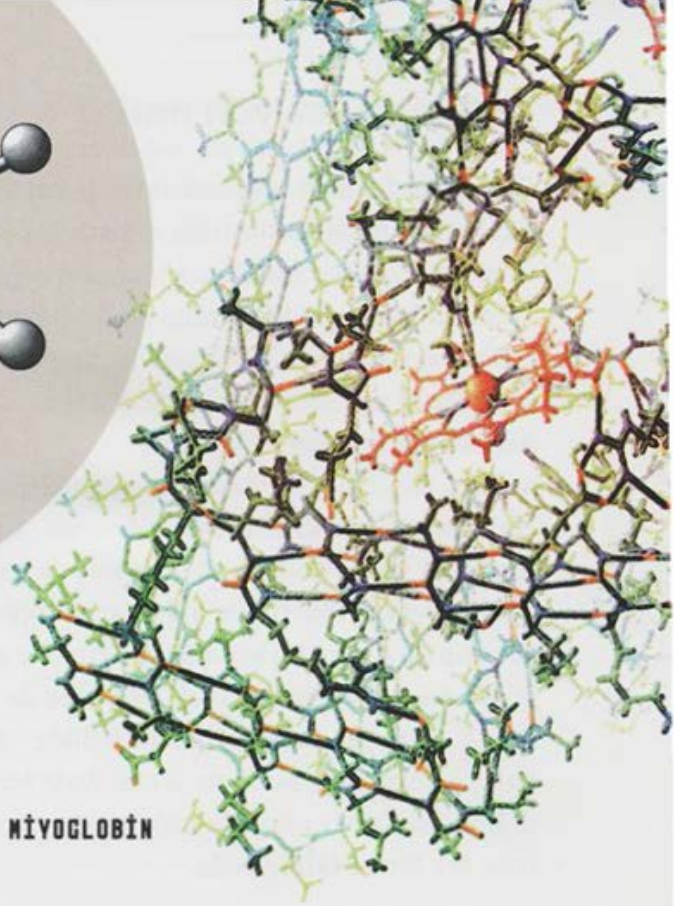
Tüm elementler kendilerine has bir şekilde özeldirler. Ama bir tanesi yani karbon, o kadar özel ki bu bölümü biraz ondan bahsederek bitirmek istiyorum. Karbon kimyasının, onu diğer tüm kimyadan ayıran bir ismi bile var: "organik" kimya. Geri kalan tüm kimya ise "inorganik" kimyadır. Peki karbonu bu kadar özel kılan nedir?

Cevap karbon atomlarının diğer karbon atomlarıyla bağ yaparak zincirler oluşturmasında yatıyor. Kimyasal bir bileşik olan oktan (yukarıda, onu petrolün ya da benzinin bir bileşeni olarak da biliyor olabilirsiniz), hidrojen atomları (gri toplar) ve sekiz karbondan (siyah toplar) oluşan görece kısa bir zincirdir. Karbonla ilgili harika bir özellik, herhangi bir uzunluğa sahip zincirler oluşturabilmesidir, bazıları gerçekten yüzlerce karbon uzunluğundadır. Bazen zincirler bir halka oluşturabilir. Örneğin üstte sağdaki (güve kovucuların yapıldığı madde) naftalin gibi. Naftalin molekülleri de yine hidrojen bağlı karbonlardan ancak bu kez iki halka biçiminde oluşmuştur. Karbon kimyası, bir bakıma lego benzeri bir oyuncak seti gibidir.

Kimyacılar laboratuarda karbon atomlarını sadece basit halkalar olarak değil Bucky küreleri ve Bucky tüpleri benzeri harika biçimlerde de birbirine bağlamayı başarmışlardır. "Bucky", jeodezik kubbeyi icat eden büyük Amerikalı mimar Buckminster Fuller'in takma adıdır. Aradaki bağ-



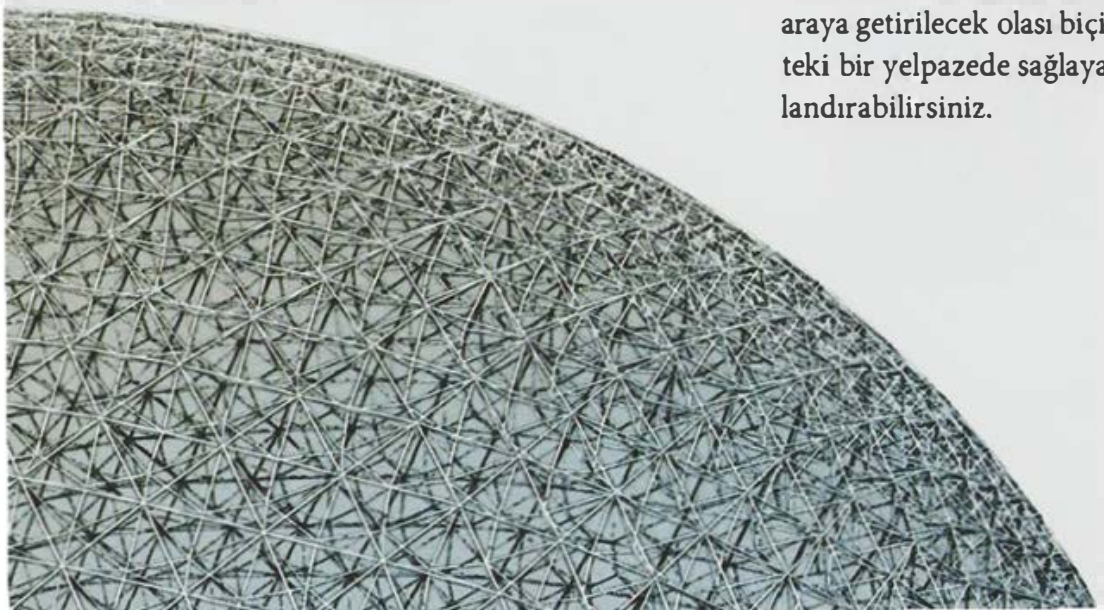
NAFTALİN



MİYOGLOBİN

lantıyı aşağıdaki resme bakarak görebilirsiniz. Bilimcilerin yaptıkları Bucky küreleri ve Bucky tüpleri yapay moleküllerdir. Ama karbon atomlarının, lego parçalarının birleşmesi gibi birleşerek, nasıl çok büyük olabilen iskele benzeri yapılar oluşturabileceğini göstermişlerdir. (Daha yakın tarihte, Bucky küresi yapılarının, uzayda, uzak bir yıldızın yakınına doğru sürüklenmekte olan bir toz bulutunda tespit edildiğine dair heyecan verici haberler yayınlandı.) Karbon kimyası her biri farklı şekillerde, neredeyse sonsuz sayıda olası molekül sunar ve bunların farklı binlercesi canlı bedenlerinde bulunur. Yukarıda tüm kaslarımızda milyonlarca kopyası bulunan çok büyük bir molekül olan miyoglobini görebilirsiniz. Çizim, atomları tek tek göstermiyor sadece onları birbirine bağlayan bağları gösteriyor.

Miyoglobindeki tüm atomlar karbon atomu değildir ama onları etkileyici bir yapı iskeleti gibi birbirine bağlayanlar karbon atomlarıdır. Ve yaşamı mümkün kılan gerçekten de budur. Miyoglobinin canlı hücrelerindeki binlerce eş derecede karmaşık molekülden sadece biri olduğunu düşünürseniz, tıpkı sizin yeterince büyük bir lego setiyle hemen hemen her şeyi inşa edebileceğiniz gibi karbon kimyasının da canlı organizmalar kadar karmaşık herhangi bir şeyi oluşturmak için bir araya getirilecek olası biçimleri muazzam genişlikteki bir yelpazede sağlayabileceğini aklınızda canlandırabilirsiniz.



Ne! Söylence yok mu?

Bu bölüm bir dizi söylence ile başlamadığından farklı oldu. Bunun tek nedeni bu konu üzerine söylence bulmanın çok zor olması. Güneşin ya da gökkuşağının ya da depremlerin aksine, çok küçük olguların dünyası ilkel insanların pek dikkatini çekmemiştir. Biraz düşününce bu durum çok da şaşırtıcı değil aslında. O olguların orada olduğunu bilmelerinin bir yolu yoktu, dolayısıyla onları açıklamak için bir söylence icat etmeleri de gerekmedi elbette. Göllerin ve havuzların, toprağın ve tozun, hatta kendi bedenlerimizin bile gözle görülemeyecek kadar küçük ama yine de karmaşık olan kendilerine has güzellikte ya da bakış açınıza göre korkutucu canlılarla kaynadığını, on altıncı yüzyılda mikroskop icat edilene dek kimse bilmiyordu

Aşağıdaki resimdeki canlılar toz akarları. Örümceklerle uzaktan akrabalar ancak göze küçük beneklerden başka bir şey olarak görünmeyecek kadar küçükler. Her evde onlardan binlerce bulunur, her halı ve büyük ihtimalle sizinki de dahil olmak üzere her yatak onlarla kaynar.

Eğer ilkel insanlar onları biliyor olsalardı, onların varlığını açıklamak için nasıl söylenceler ve efsaneler yaratırlardı kim bilir! Ama mikroskop icat edilmeden önce bu canlıların varlıkları hayal bile edilemezdi, bu yüzden onlar hakkında bir söylencemiz yok. Ayrıca ne kadar küçük olurlarsa olsunlar, bu akarlar bile yüz trilyondan fazla atoma sahip

Toz akarları görülmek için fazla küçüktür ama onları oluşturan hücreler daha da küçüktür. Onların, ve bizlerin, içimizdeki çok sayıdaki bakteri ise daha da küçüktür.



Ve atomlar bakterilerden de küçüktür. Tüm dünya son derece küçük, gözle görülemeyecek kadar küçük şeylerden meydana gelmiştir. Ama buna rağmen hiçbir söylencede hatta her şeyi bilen tanrı tarafından gönderildiği düşünülen kutsal kitaplarda bile onların bahsi geçmez! Aslına bakarsanız, tüm bu mitlere ve söylencelere baktığınızda bilimin sabırla ortaya çıkardığı bilgiyi içermediklerini görürsünüz. Evrenin ne kadar büyük ve kaç yaşında olduğunu söylemezler, kanseri nasıl tedavi edebileceğimizden bahsetmezler, yerçekimini ya da içten yanmalı motoru açıklamazlar, bakterilerden ya da nükleer füzyondan ya da elektrikten ya da anesteziklerden söz etmezler. Aslında, hiç de şaşırtıcı olmayan bir şekilde kutsal kitaplardaki hikayeler, o hikayeleri anlatmaya başlayan insanların dünya hakkında bildiklerinden fazlasını içermezler! Eğer bu "kutsal kitaplar" gerçekten her şeyi bilen tanrılar tarafından yazılmış, ya da yazdırılmış ya da vahiy edilmişlerse, sizce de bu tanrıların tüm bu yararlı ve önemli bilgiler üzerine bir şeyler söylememiş olmaları garip değil mi?



5 Neden Gece

YAŞAMLARIMIZA İKİ BÜYÜK DÖNGÜ TARAFINDAN YÖN VERİLİR, bunlardan biri öbüründen çok daha yavaştır. Hızlı olan döngü, karanlık ve aydınlığın her 24 saatte bir gerçekleşen günlük dönüşümüdür ve yavaş olan döngü ise yaz ve kışın 365 günden birazcık uzun süren dönüşümüdür. Hiç de şaşırtıcı olmayan bir şekilde her iki döngü de söylenceler doğurmuştur. Özellikle, güneşin doğudan batıya çarpıcı seyahati nedeniyle gece-gündüz döngüsüne dair söylenceler oldukça zengindir. Hatta kimi insanlar güneşi, bir tanrı tarafından gökyüzü boyunca sürülen altın bir at arabası olarak görürler.



Avustralya'nın aborjinleri en az 40.000 yıldır adalarında yalıtılmış bir yaşam sürerler ve dünyanın en eski söylencelerinden bazılarına sahiptirler. Bunlar çoğunlukla Rüyadevri denilen, dünyanın oluştuğu, hayvanlar ve devlerle dolu gizemli bir çağda geçer. Farklı aborjin kabilelerinin farklı Rüyadevri söylenceleri vardır. Şimdi anlatacağım, güney Avustralya'nın Flinders sıradağlarında yaşayan kabileye ait

İki kertenkele, Rüyadevri zamanında arkadaş olmuşlar. Biri bir dev kertenkele, öbürü de bir gekoymuş (ayaklarında dikey yüzeylere tırmanmasını sağlayan vakumlar bulunan sevimli bir kertenkele tipi). Bu iki arkadaş, diğer arkadaşlarının "güneş kadın" ve onun sarı dingo köpekleri tarafından katledildiklerini öğrenmişler.

Gündüz, ve Kış ve yaz var?



Bunun üzerine güneş kadına çok kızan dev kertenkele, güneş kadına bumerangını fırlatıp onu gökyüzünden düşürmüş. Güneş batı ufkundan kaybolup dünyayı karanlığa boğmuş. Bizim iki kertenkele paniklemiş ve umutsuzca güneşi gökyüzüne geri koyup ışığı yeniden canlandırmaya çalışmışlar. Dev kertenkele güneşin kaybolduğu batı tarafına doğru bir bumerang daha fırlatmış. Bildiğiniz üzere bumerang fırlatana geri dönen fevkalade bir alettir. Bu yüzden kertenkeleler, bumerang geri dönerken güneşi de gökyüzüne geri getireceğini umuyorlarmış. Ama öyle olmamış. Bunun üzerine bir umut güneşi geri getirir diye birçok yöne birçok bumerang fırlatmışlar. En son dev kertenkelenin sadece bir tane bumerangı kalmış ve umutsuzlukla onu güneşin kaybolduğu yönün tersine, doğuya doğru fırlatmış. Bu kez bumerang geri dönerken güneşi de beraberinde getirmiş. O günden beri güneş aynı rotayı izlemiş, batıdan batıp, doğudan doğmuş.





Dünyanın her yerinde, söylenceler ve efsanelerde bu garip özellik vardır: belli bir olay ilk kez gerçekleşir ve sonra hiç açıklanmayan nedenlerden ötürü aynı şey sonsuza dek olmaya devam eder.

İşte bir başka aborjin söylencesi daha. Bu seferki güneydoğu Avustralya'dan. Aborjinin biri bir gün, gökyüzüne bir emu yumurtası fırlatır (emu, bir çeşit Avustralya devekuşudur). Yumurta çatlar, içinden güneş çıkar ve (artık bir şekilde orada, gökyüzünde bulunan) bir yığın yakacak odunu tutuşturur. Gök tanrısı ışığın insanlara yararlı olduğunu fark eder ve o günden sonra hizmetkarlarını gökyüzüne her gece ertesi günü aydınlatmak için yeterince yanacak odun koymaları için görevlendirir.

Mevsimlerin daha uzun olan döngüsü de dünyanın dört bir tarafında söylencelere konu olmuştur. Yerli Kuzey Amerika söylencelerinde de karakterler, diğer birçok söylencede olduğu gibi, genelde hayvanlardır. Şimdiki söylence batı Kanada'nın Tahltan yerlilerinden. Bir zamanlar Kirpi ile Kunduz arasında mevsimlerin ne kadar uzun sürmesi gerektiğine dair bir çekişme varmış. Kirpi kışın beş ay sürmesini isteyip beş parmağını göstermiş Ama Kunduz kışın beş aydan fazla, kuyruğundaki çizgilerin sayısı kadar sürmesini istiyormuş. Kirpi sinirlenmiş ve daha da kısa bir kış için ısrar etmeye devam etmiş. Çılgınca bir iş yapıp başparmağını ısırıp koparmış ve kalan dört parmağını kaldırmış Ve o günden sonra kış dört ay sürmüş. Bu söylenceyi biraz hayal kırıcı buluyorum çünkü kış ve yazın varlığını doğrudan kabul ediyor ve sadece kaç ay süreceği konusuna bir açıklama getiriyor. En azından bu açıdan bakınca Yunan söylencesi Persefone daha iyi

Persefone baş tanrı Zeus'un kızıydı. Annesi Dünya'nın bereket ve hasat tanrıçası Demeter'di. Persefone, Demeter tarafından çok sevilirdi ve ekinlere göz kulak olurdu. Ama Persefone'yi seven bir tek Demeter değildi, yeraltı tanrısı Ha-



des de Persefone'yi seviyordu. Bir gün Persefone çiçekli bir çayırda oynarken, bir yarık açıldı ve at arabası üzerinde Hades belirdi; Persefone'yi kavrayarak onu aşağıya, karanlık yeraltı krallığına götürdü. Demeter kızının kaybından dolayı o kadar büyük üzüntü içine düştü ki bitkileri büyütmeyi bıraktı ve insanlar açlık çekmeye başladı. Sonunda Zeus, gidip Persefone'yi ışığın ve canlıların dünyasına geri getirmesi için mesajcısı Hermes'i yeraltı dünyasına yolladı. Maalesef, Persefone'nin yeraltı dünyasında bulunduğu esnada altı nar tanesi yediği ortaya çıktı ve bu (söylencelerde görmeye alıştığımız mantık üzere) her yıl (yediği her nar tanesi için) altı ay boyunca yeraltı dünyasına geri gitmek zorunda olduğu anlamına geliyordu. Böylelikle Persefone yılın baharla başlayıp yaz boyunca devam eden bir kısmını yeryüzünde geçirir. Bu süre boyunca bitkiler yeşerir ve her şey çok güzeldir. Ama kış gelince yediği şu lanet nar taneleri yüzünden Hades'in yanına döner ve toprak soğuk ve çorak kalır, hiçbir şey büyümez.



Günü Geceye, Kışı Yaza Çeviren Gerçekte Nedir?

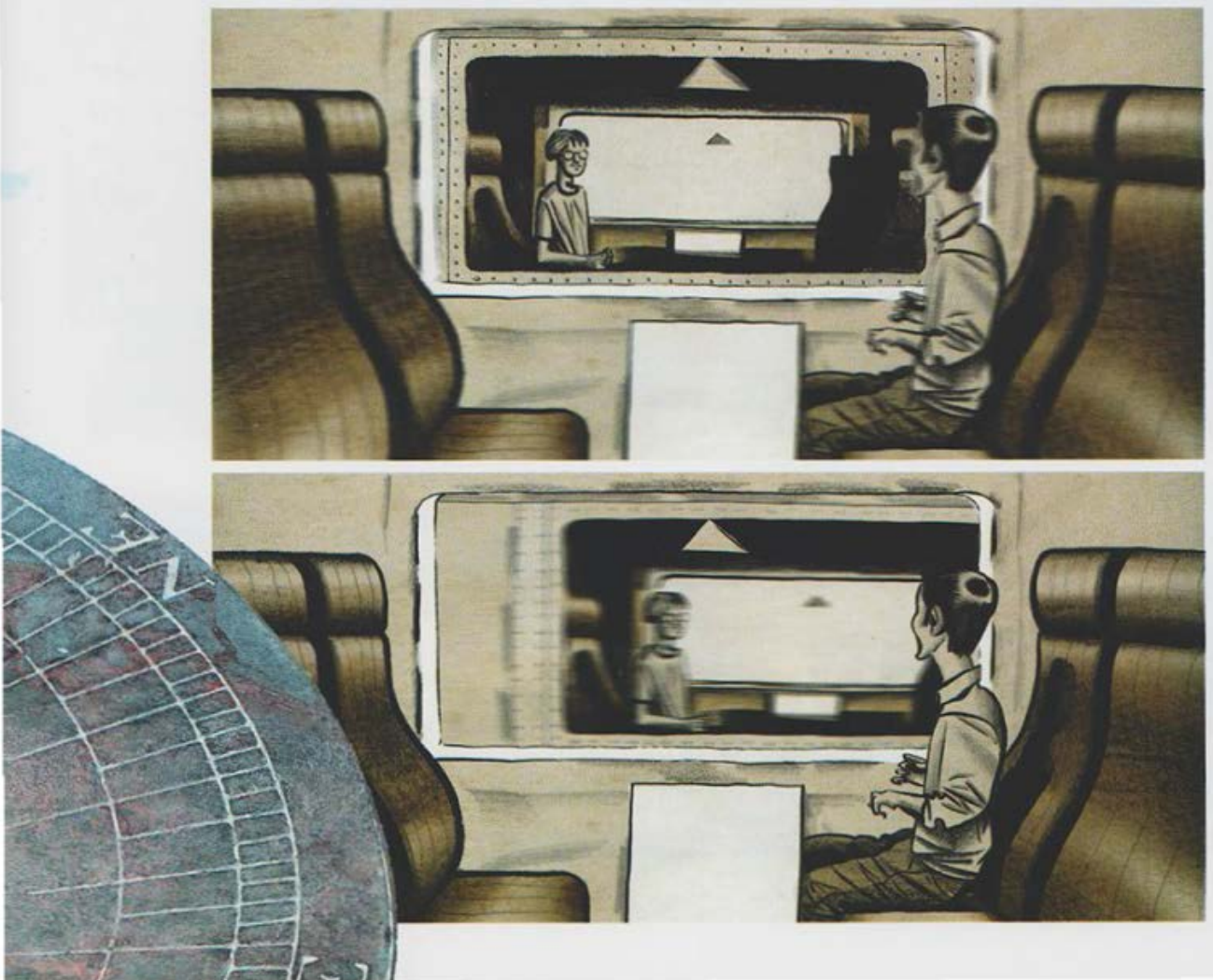
NE ZAMAN ortada döngüsel bir şekilde ve son derece hassas bir biçimde değişen bir olgu olsa, bilimciler bir şeylerin ya sarkaç gibi salındığından ya da döndüğünden şüphelenir. Bizim günlük ve mevsimsel döngülerimiz için söz konusu olan ikincisidir. Mevsimsel döngü Dünya'nın, kendisinden 150 milyon kilometre uzaklıkta bulunan Güneş'in etrafındaki yıllık dönüşüyle açıklanır. Ve günlük döngü de Dünya'nın bir topaç gibi dönüp durmasıyla açıklanır.

Güneş'in gökyüzü boyunca hareket ettiği yanılsaması, eh adı üstünde bir yanılsamadır. *Göreceli hareketin* bir yanılsamasıdır. Benzer yanılsamalarla sıklıkla karşılaşırsınız. Mesela, istasyonda diğer bir trenin yanında durmakta olan başka bir trendesinizdir. Birden "hareket" etmeye başladığınızı sanırsınız. Ama sonra fark edersiniz ki gerçekte hareket ettiğiniz yok. Hareket eden aslında zıt yönde giden diğer tren. Trenle ilk seyahatimde bu yanılsamadan ne kadar etkilendiğimi hatırlıyorum. (Ama çok küçük olmalıyım ki bu ilk tren seyahatime dair yanlış anladığım bir başka şeyi daha hatırlıyorum: Platformda beklerken annem ve babam "Trenimizin gelmesine az kaldı" ve "İşte trenimiz geliyor" gibi şeyler söyleyip duruyorlardı. Trene bir an önce binmek için çok heyecanlanmıştım çünkü o *bizim* trenimizdi. Koridorda bir aşağı bir yukarı her şeye hayret ederek yürüyüp durmuştum ve gururluydum çünkü her bir parçasının sahibi *olduğumuzu* düşünüyordum.)



Göreceli hareket yanılsaması tersine de çalışır. Diğer trenin hareket ettiğini düşünürsünüz ama aslında hareket eden sizin treninizdir. Gerçek hareket ile görünen hareket arasındaki farkı anlamak zor olabilir. Elbette eğer bulunduğunuz tren bir sarsıntıyla hareket etmeye başlıyorsa o zaman kolay, ama çok sessiz ve sakin hareket ediyorsa değil. Eğer treniniz yolda birazcık daha az hızlı giden bir treni yakalarsa, kendinizi treniniz duruyormuş da öbür tren yavaşça geri gidiyormuş gibi kandırabilirsiniz.

Güneş ve Dünya için de aynısı geçerlidir. Güneş aslında gökyüzü boyunca doğudan batıya hareket etmez. Gerçekte olan şey Dünya'nın, evrendeki hemen hemen her şey gibi kendi etrafında dönmesidir (hatta Güneş'in kendisi de bunu yapar ama şimdilik onu bir kenara bırakalım). Biraz daha teknik konuşacak olursak Dünya'nın kendi "ekseni" etrafında döndüğünü söyleriz: ekseni, yerkürenin Kuzey Kutbu'ndan girip Güney Kutbu'ndan çıkan bir çubuk olarak düşünebilirsiniz. Güneş Dünya'ya göre neredeyse hareketsizdir (evrendeki diğer şeylere göre değildir ama burada sadece Dünya'dan nasıl göründüğünden bahsetmek istiyorum). Hareketi hissedemeyeceğimiz kadar yumuşak ve sarsıntısızca döneriz ve nefes aldığımız hava da bizimle birlikte döner. Eğer öyle olmasaydı korkunç hızla esen bir rüzgar hissederdik çünkü saatte 1674,4 kilometre hızla dönmekteyiz. En azından Ekvator'daki dönüş hızı bu; Kuzey ya da Güney Kutbuna doğru gittikçe dönüş yavaşlar çünkü bulunduğumuz zeminin eksen etrafındaki dönüşünü tamamlaması için katetmesi gereken mesafe azalır. Gezegenimizin dönüşünü hissedemediğimiz ve hava da biz'imle beraber döndüğü için, durumumuz iki tren örneğindekine benzer. Hareket ettiğimizi anlamanın tek yolu bizimle beraber dönmeyen nesnelere bakmaktır: Güneş ve diğer yıldızlar gibi. Gördüğümüz şey ise göreceli hareket olacaktır ve sanki biz duruyormuşuz da yıldızlar ve Güneş bizim gökyüzümüz boyunca hareket ediyorlarmış gibi görünecektir, tıpkı iki tren örneğinde olduğu gibi.



Ünlü düşünür Wittgenstein, bir gün öğrencisi ve arkadaşı olan Elizabeth Anscombe'a sorar:

"Neden insanlar, Dünya'nın kendi ekseni etrafında döndüğünü düşünmektense Güneş'in Dünya'nın etrafında döndüğünü düşünmenin doğal olduğunu söylerler ki?"

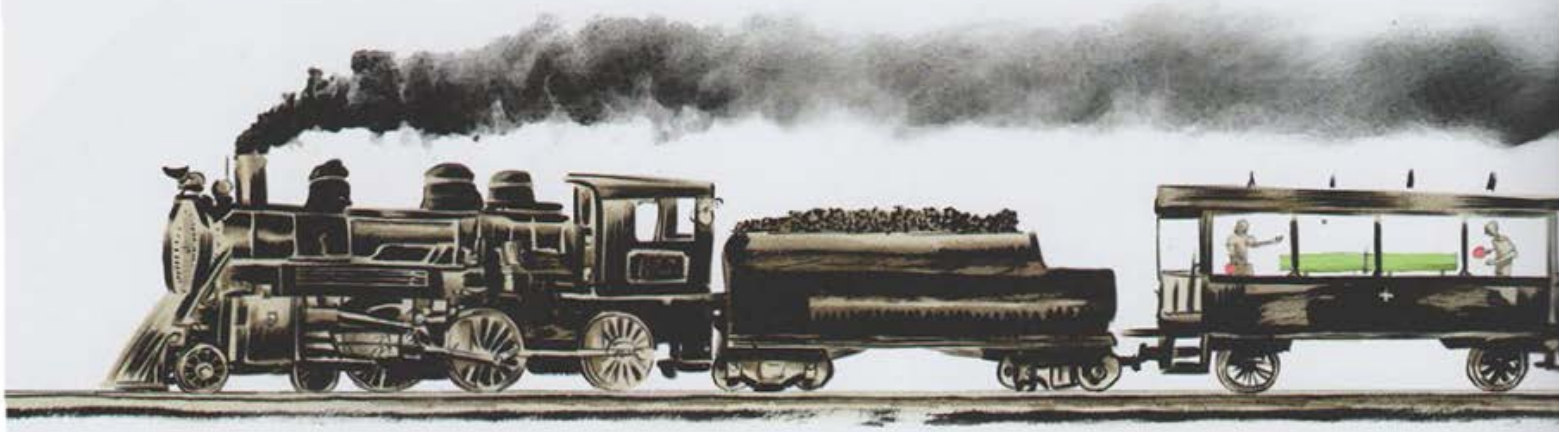
Bayan Anscombe cevap verdi,

"Sanırım Güneş Dünya'nın etrafında dönüyor gibi ***göründüğü*** *için."*

"Peki," diye cevapladı Wittgenstein

"Dünya'nın kendi ekseni etrafında dönüyor gibi görünmesi için nasıl görünmesi gerekirdi?"

Hadi bunu cevaplamaya çalışın bakalım!



Eğer Dünya saatte 1674,4 kilometre hızla dönüyorsa yukarıya zıpladıktan sonra yere indiğimiz zaman başka bir noktaya inmiş olmaz mıyız? Saatte 150 kilometre hızla seyahat eden bir trende de havaya zıplayabilirsiniz ve yine aynı noktaya inersiniz. Kendinizi bir nevi zıpladığınız esnada tren tarafından ileri fırlatılmış olarak düşünebilirsiniz ama öyle hissetmezsiniz çünkü trendeki diğer her şey de aynı hızda hareket etmektedir. Trende bir topu havaya dümdüz atıp tutabilirsiniz. Trende giderken iyi bir pinpon oyunu çıkarmanız da gayet mümkün. Yeter ki tren sabit hızda ve sarsıntısız gitsin, hızlanıp yavaşlamasın ya da bir viraji hızla almasın. (Ama bu durum sadece kapalı araçlar için geçerlidir. Tepesi açık bir kamyonda pinpon oynamayı denerseniz top uçup gider. Çünkü kapalı bir araçtayken hava da sizinle birlikte gelir, açık bir kamyondaysanız gelmez.) Ne kadar hızlı olursa olsun, sürekli ve kararlı bir hızda giden kapalı bir araçta seyahat ederken pinpon oynayabileceğiniz (ya da diğer başka şeyleri yapabileceğiniz) gibi, kütük gibi hareketsiz de durabilirsiniz. Ancak tren hızlanmaya (ya da yavaşlamaya) başlarsa ve havaya zıplarsanız, pekâla başka bir noktaya inebilirsiniz! Hızlanan ya da yavaşlayan ya da viraj alan bir trende oynanacak pinpon oyunu da (hava hâlâ araca göre durağan olsa da) epey ilginç olacaktır. Buna daha sonra yörüngede bulunan bir uzay istasyonunda bir şeyler fırlattığınızda neler olacağıyla ilgili olarakgeri geleceğiz.

Gece gündüz çalışmak ve takvim

Dünya üzerinde bulunduğumuz yerin Güneş'e mi yoksa karanlığa mı dönük olduğuna bağlı olarak gece, yerini gündüze bırakır ve gündüz de geceye. Ancak kısa geceler ve uzun sıcak yaz günlerinden, uzun gecelere ve kısa soğuk kış günlerine mevsimsel geçişler de günün geceye, gecenin güne değişmesi kadar belirgindir, en azından ekvatordan uzakta yaşayanlarımız için.

Gece ile gündüz arasındaki fark muazzamdır. O kadar ki, hayvan türlerinin çoğu ya gündüzcüdür ya da gececi, ama ikisi birden değil. Genellikle günün aktif olmadıkları kısmında uyurlar. İnsanlar ve kuşların büyük çoğunluğu geceleri uyur ve gündüzleri hayat işleri ile meşgul olurlar. Kirpi ve jaguarlar ve başka pek çok memeli geceleri çalışır gündüzleri uyur.

Hayvanların benzer şekilde kış ve yaz arasındaki değişime uyum sağlama yolları da vardır. Birçok memeli kış için kalın ve kabarık bir kürke bürünür ve baharda da kıllarını döker. Birçok kuş ve memeli, kışı ekvatorun yakınında geçirmek üzere kimi zaman çok uzak mesafelere göç ederler ve yazın da daha yüksek enlemlere (çok daha kuzeye ya da güneye), uzun günlerin ve kısa gecelerin bol miktarda yemek yemeyi mümkün kıldığı yerlere geri göç ederler. Kutup kırlangıcı denen bir deniz kuşu göç olayında aşırıya kaçmıştır. Kutup kırlangıçları kuzey yazını Kuzey Kutbu'nda geçirirler. Sonra, kuzey sonbaharı sırasında güneye göç ederler ama tropikal



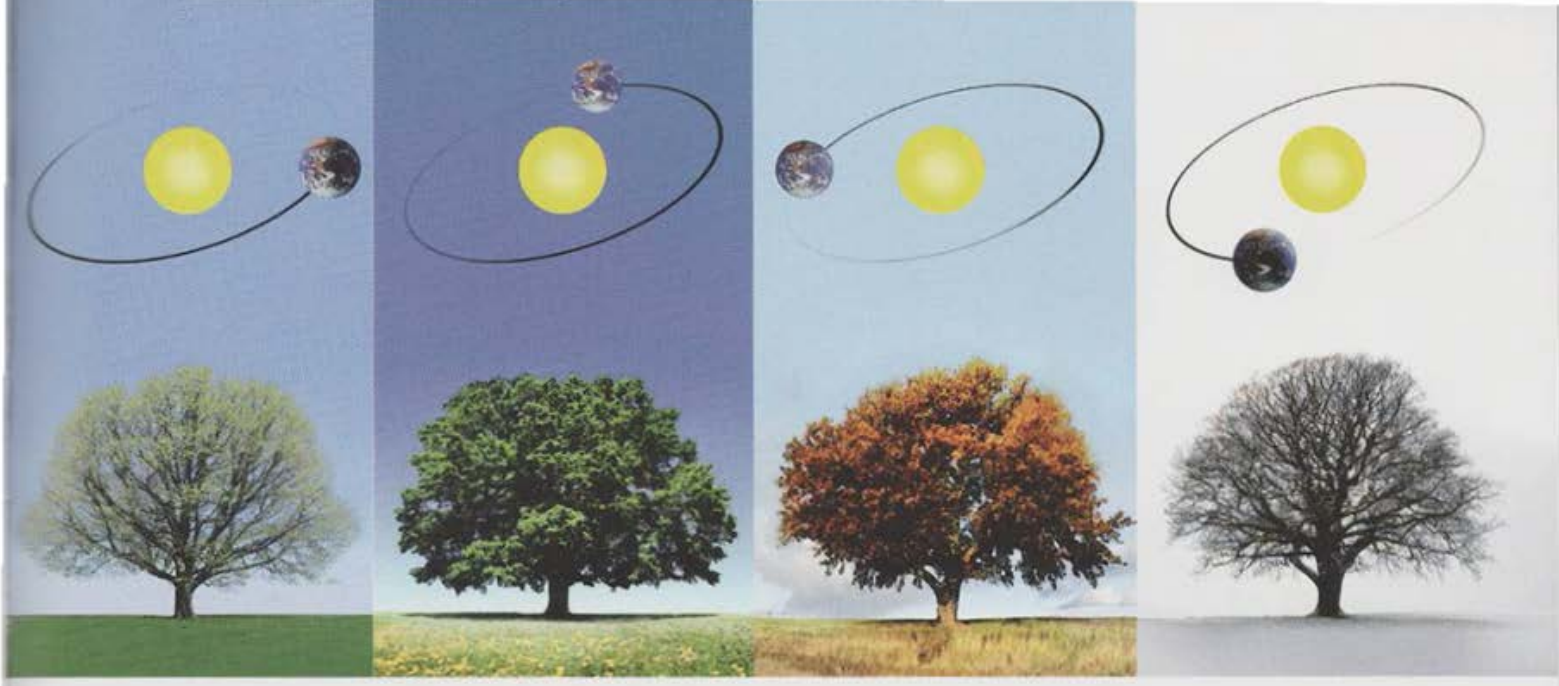


bölgelerde durmaz, Antarktika'ya kadar devam ederler. Kitaplar Antarktika'yı bazen Kutup kırlangıcının "kışlama alanı" olarak tanımlar ama elbette bu saçma bir tanım çünkü kutup kırlangıcı Antarktika'da olduğu esnada güney yarımkürede mevsim yazdır. Kutup kırlangıcı o kadar uzağa göç eder ki iki yarımküredeki yazı da yakalar, "kışlama alanı" yoktur çünkü kış mevsimine denk gelmez. Bu bana bir arkadaşımın yazları İngiltere'de geçirip, kış aylarında tropikal Afrika'ya gitmesini şakayla karışık olarak "kışı göğüslemek" şeklinde tanımlamasını hatırlatıyor.

Bazı hayvanların kışı atlatmak için seçtiği bir başka yol ise kış boyunca uyumaktır. Buna "kış uykusu" denir. Ayılar ve yer sincapları kış uykusuna yatan birçok memeliden ve daha bir sürü diğer hayvandan sadece iki tanesidir. Bazı hayvanlar kış boyunca kesintisiz uyurken, bazıları ise çoğunlukla uyur ama ara sıra da kimi miskin aktivitelerde bulunmak için kalkıp sonra tekrar uyurlar. Genellikle kış uykusu sırasında vücut sıcaklıkları önemli ölçüde düşer ve vücut içindeki her şey yavaşlayarak neredeyse durma noktasına gelir, iç motorları ancak rölantide çalışır. Hatta Alaska'daki bir kurbağa buz kalıbı gibi donup, baharda çözülerek yeniden canlanmaya kadar varmıştır.

Bizim gibi kışı atlatmak için kış uykusuna yatmayan ya da göç etmeyen hayvanların bile değişen mevsimlere uyum sağlaması gerekir. Yapraklar baharda yeşerir, son baharda dökülür ve böylelikle yazın yemyeşil olan ağaçlar kışın kuru ve çıplak kalırlar. Kuzular baharda doğarlar ve böylece büyürlerken sıcak havalardan ve yeni otlardan faydalanırlar. Bizler ise kışın vücudumuzda yünlü kürkler oluşturmayız ama genellikle yünlü kıyafetler giyeriz.

Mevsimlerin değişimini görmezden gelemeyiz ama onları anlıyor muyuz? Çoğu insan bu değişimi anlamaz. Hatta Dünya'nın Güneş'in etrafında dönmesinin bir yıl aldığını ve yıl dediğimiz şeyin tam da bu olduğunu bile bilmeyen bazı insanlar var! Yapılan bir ankete göre İngilizlerin yüzde 19'u Dünya'nın Güneş etrafındaki dönüşünün bir ay sürdüğünü düşünüyor ve benzer oranlar başka Avrupa ülkeleri için de söz konusu.



Yılın ne anlama geldiğini anlayanlar arasında bile Dünya'nın Güneş'e yazın daha yakın, kışın ise daha uzak olduğunu sanan birçok kişi var. Bunu bir de yeni yıla cayır cayır bir kumsalda bikinisiyle mangal yaparak giren Avustralyalıya söyleyin! Güney yarımkürede Aralık ayının yaz ortası, Temmuz'un da kış ortası olduğunu hatırladığınız anda mevsimlerin Dünya'nın Güneş'e yakınlığındaki değişimle ilgili olmadığını fark edeceksiniz. O zaman bu işin bir başka açıklaması olmalı

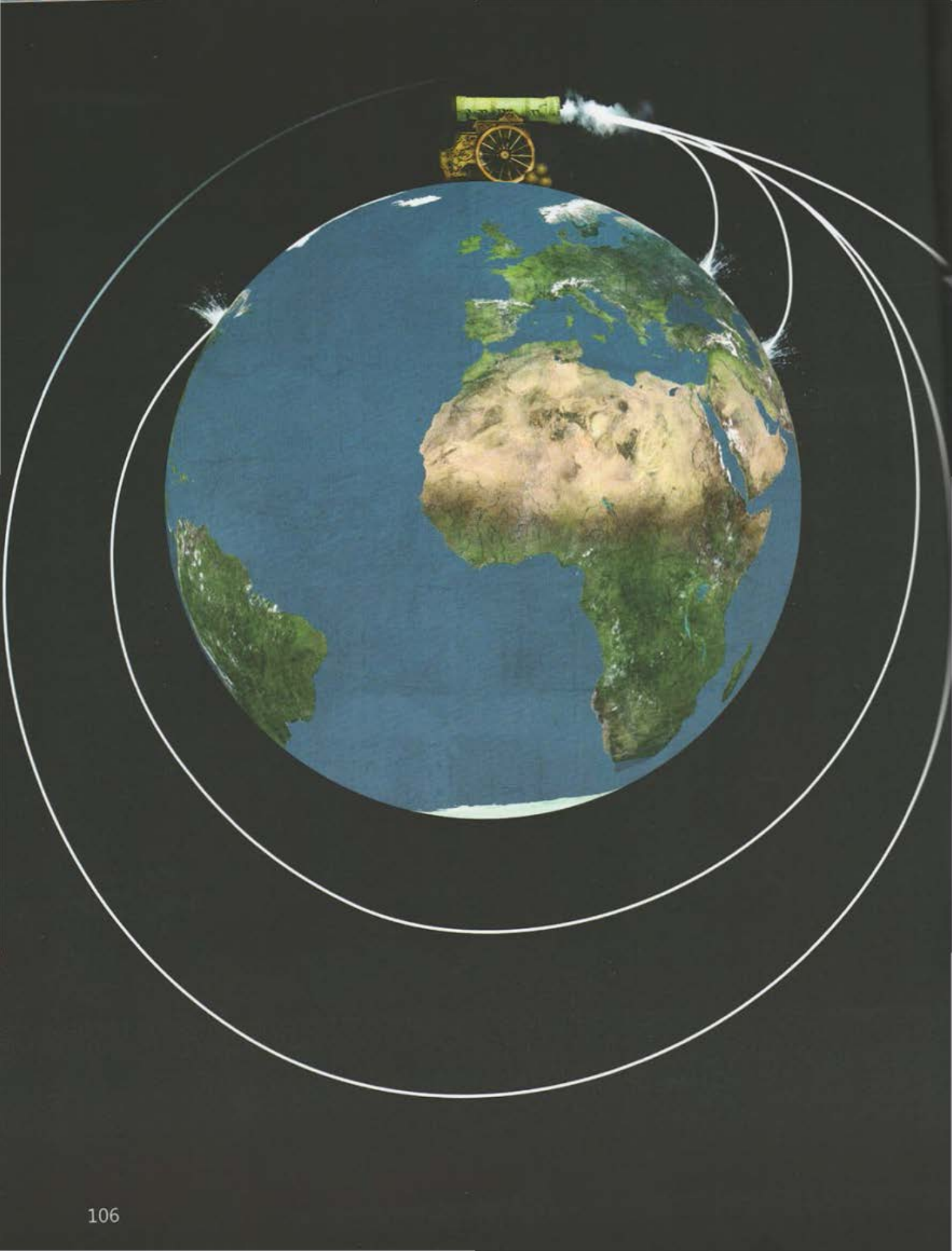
Gök cisimlerinin neden diğer gök cisimlerinin etrafında döndüğü sorusunun cevabına bakmadan bu açıklamada pek uzağa gidemeyiz. O yüzden şimdi buna bakacağız.

Yörüngenin içine

Neden gezegenler Güneş'in etrafındaki yörüngelerde kalırlar? Neden herhangi bir şey, başka herhangi bir şeyin etrafında yörüngede kalır ki? Bu ilk kez on yedinci yüzyılda, gelmiş geçmiş en büyük bilimcilerden biri olan Sör Isaac Newton tarafından anlaşılmıştır. Newton tüm yörüngelerin kütle çekim kuvveti tarafından kontrol edildiğini göstermiştir. Bu, düşen elmayı yere doğru çekenle aynı kuvvettir ama sadece daha büyük bir ölçekte. (Ne yazık ki, Newton'un bu fikri kafasına elma düştüğü zaman bulduğu hikayesi büyük ihtimalle doğru değil.)

Newton, çok yüksek bir dağın tepesinde namlusu yatay bir şekilde denize doğrultulmuş bir top hayal etti (söz konusu dağ deniz kenarında). Atılan her top mermisi yatay olarak harekete başlar gibi görünüp aynı zamanda denize doğru düşecektir. Deniz üzerindeki yatay hareket ile denize doğru olan düşey hareketin birleşimi aşağı doğru zarif bir eğri oluşturacaktır ve mermi sonunda suya düşecektir. Burada merminin, her zaman, eğrinin daha düz olan ilk kısımlarında bile düşmekte olduğunu anlamak önemli Bir süre yatay gidip sonra, düşmesi gerektiğini fark edince bir anda düşmeye başlayan çizgi filim karakteri gibi, düşüşe geçmeye bir anda karar vermiyor!





Top mermisi, atıldığı andan itibaren düşüşe geçiyor ama baştaki yatay hareketi epey hızlı olduğundan o esnadaki düşüşünü düşey bir hareket olarak görmüyorsunuz.

Şimdi topumuzu daha büyük ve daha güçlü hale getirelim ki top atış yaptığında, top mermisi denize düşmeden önce çok daha uzağa gidebilsin. Hâlâ daha aşağı doğru bir eğim olsun ama çok hafif, çok "düz" bir kıvrılma olsun bu. Hareketin yönü, yolun epeyce bir kısmı boyunca olabildiğince yatay olsun ama buna rağmen sürekli düşmeye de devam etsin.

Çok daha büyük ve çok daha güçlü bir top ile bu düşünce deneyine devam edelim: bu top o kadar güçlü olsun ki atacağı top mermisi denize düşmeden gerçekten çok büyük bir mesafe katedebilsin. Şimdi Dünya'nın yuvarlaklığı işin içine girmeye başladı. Top mermisi hâlâ sürekli "düşüyor" ama gezegenin yüzeyi dairesel olduğu için "yatay" hareketten bahsetmek biraz garip olmaya başlıyor. Mermi hâlâ, daha önce olduğu gibi zarif bir eğriyi takip etmeye devam ediyor. Ama mermi, denize doğru eğriyi takip ettikçe, deniz de Dünya'nın eğrisini takip edip mermiden uzak kalmaya devam ediyor. Böylece merminin denize düşmesi daha da çok zaman alıyor. Yine sürekli bir düşüş var ama bu düşüş gezegenin *etrafında* gerçekleşiyor.

Bu düşüncenin nereye gittiğini görebilirsiniz. Şimdi öyle güçlü bir top hayal ediyoruz ki atılan top mermisi, başladığı noktaya gelene kadar Dünya'nın etrafında gitmeye devam etsin. Mermi "düşmeye" devam ediyor ama gezegenin kıvrımı, merminin hareketinin kıvrımıyla eşitlendiğinden, denize daha da yakınlaşmadan Dünya'nın etrafında dönüyor. İşte şimdi mermi yörüngede ve onu yavaşlatacak bir hava direnci olmadığını varsayarsak (ki gerçekte olacaktır) sınırsız bir zaman boyunca yörüngede kalıp dönmeye devam edecek. Top mermisi "düşmeye" devam ediyor olacak ama ertelenen düşüşünün zarif eğrisi, Dünya'nın etrafı boyunca tekrar tekrar dolanacak. Tıpkı minyatür bir ay gibi davranacak. Aslında, uydu dediklerimiz böyle şeylerdir yani yapay "aylar"dır. "Düşerler" ama asla gerçekten yere inmezler. Uzun mesafe telefon görüşmeleri ya da televizyon sinyalleri için kullanılan uydular, yersabit yörünge denen özel bir yörüngede dolanırlar. Yani Dünya'nın etrafında dönme hızları, Dünya'nın kendi ekseni etrafında dönme hızıyla tam olarak aynı olacak şekilde ustalıkla ayarlanmıştır, böylece Dünya'nın etrafındaki yörüngelerini her 24 saatte bir tamamlarlar. Eğer düşünürseniz bu, her zaman Dünya yüzeyindeki belli bir noktanın üzerinde bulundukları anlamına gelir. Uydu çanağınızı, tam da aşağıya televizyon sinyalleri yollayan belli bir uyduya doğrultabilmenizin nedeni de budur.

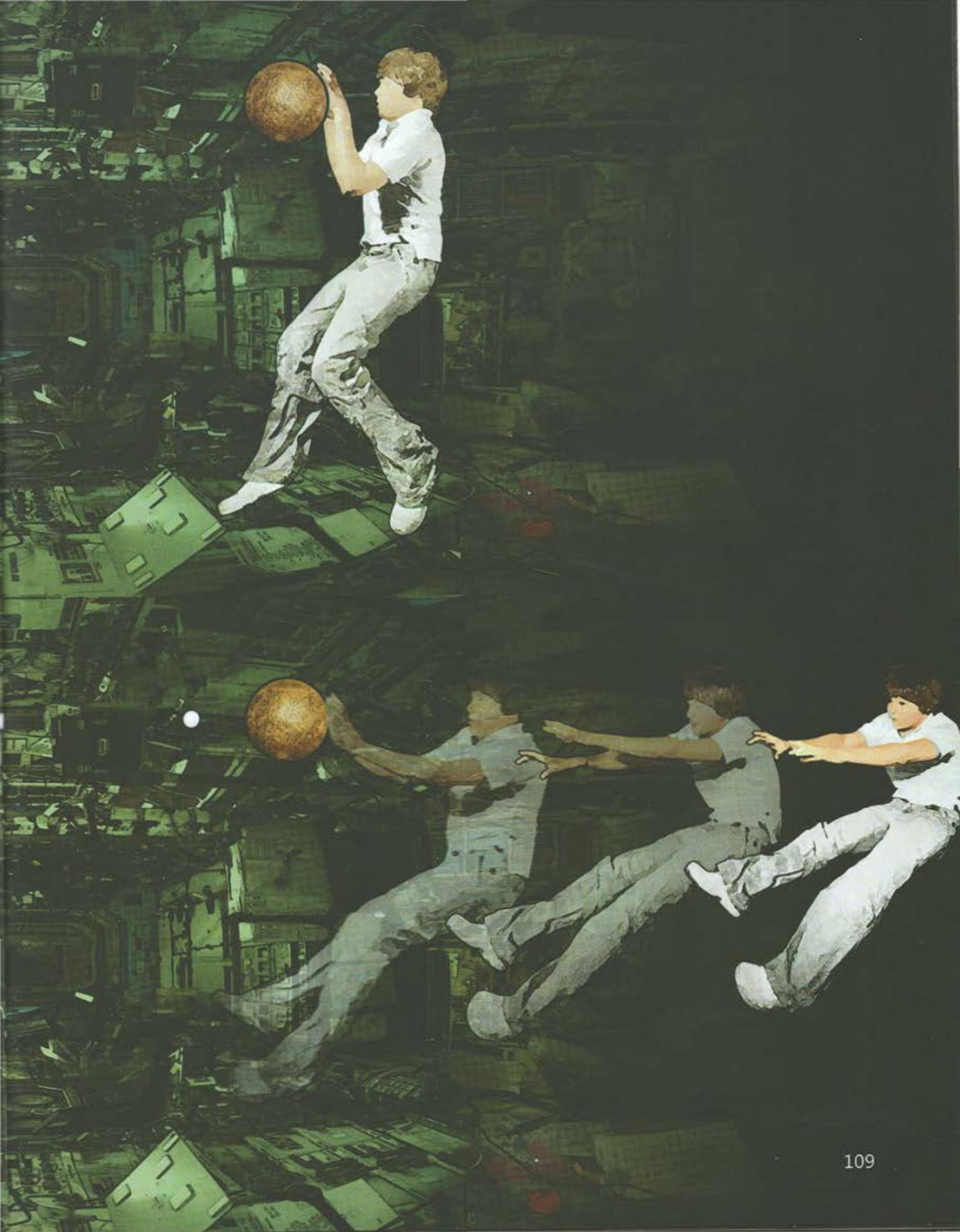
Yörüngedeki bir cisim, örneğin uzay istasyonu, her zaman "düşmektedir" ve hafif ya da ağır olsun uzay istasyonunun içindeki diğer her şey de aynı hızla düşmektedir. Burası durup bir önceki bölümde söz verdiğim üzere kütle ve ağırlık arasındaki farkı açıklamak için iyi bir yer.

Yörüngedeki bir uzay istasyonundaki tüm nesneler ağırlıksızdır. Ama kütlesiz değildirler. Daha önce kütleden bahsettiğimiz bölümde gördüğümüz üzere bu nesnelerin kütleleri, sahip oldukları proton ve nötron sayısına bağlıdır. Ağırlık, (kütle) çekim kuvvetinin kütleniz üzerinde uyguladığı çekimdir. Dünya üzerindeyken kütleyi ölçmek için ağırlığı kullanabiliriz çünkü çekim kuvveti her yerde (hemen hemen) aynıdır. Ama daha büyük kütleli gezegenlerin çekim kuvvetleri daha güçlü olduğundan ağırlığınız bulunduğunuz gezegene göre değişir. Kütleniz ise nerede olursanız olun aynı kalır, hatta yörüngedeki bir uzay istasyonunda ağırlıksız olsanız bile. Uzay istasyonunda ağırlıksız olursunuz çünkü sizin ağırlığınızı ölçen cihaz da sizinle birlikte aynı hızda ("serbest düşüş" denen

hareket içerisinde) "düşmektedir", bu nedenle ayağınız tartı üzerinde hiçbir basınç uygulamayacak, tartı da sizi ağırlıksız olarak gösterecektir.

Ama ağırlıksız olmanıza rağmen kütlesiz olmaktan uzaksınız. Eğer uzay istasyonunun "tabanından" kuvvetlice zıplayacak olursanız, "tavana" doğru harekete geçersiniz (nerenin taban nerenin tavan olduğu pek de belli değildir ya neyse!) ve tavan ne kadar yüksek olursa olsun kafanızı tavana çarparsınız ve tıpkı kafanızın üzerine düşmüşsünüz gibi canınız acır. Uzay istasyonundaki diğer nesneler de sizin gibi kütleli cisimler olacaktır. Kabinde yanınızda bir top mermisi olsa o da sizinle beraber, neredeyse bir deniz topu kadar hafifmişçesine ağırlıksız bir şekilde süzülecektir. Ama onu tutup kabinin öbür tarafına fırlatmaya çalışırsanız, deniz topu kadar hafif olmadığını görürsünüz. Mermiyi fırlatmaya çalışmak sizi zorlar hatta topu hareket ettirmek yerine kendinizi aksi yöne ittirmiş olarak da bulabilirsiniz. Top mermisi "aşağı" uzay istasyonunun tabanına doğru gitmek üzere hiçbir harekette bulunmasa da, size ağır gelecektir. Eğer top mermisini odanın diğer bir köşesine fırlatmayı başaracak olursanız, ağır bir cisim yolu üzerindeki bir şeye çarptığında nasıl bir etki yaratırsa o da öyle bir etki yaratacaktır, o nedenle doğrudan ya da duvardan sekerek astronot arkadaşlarınızın kafasına çarpmaması iyi olur. Eğer diğer bir top mermisiyle çarpışacak olursa, ikisi de geri sekecektir ama bu iki pinpon topununki gibi hafif değil "ağır" bir çarpışma olacaktır. Umarım bu anlattıklarım size kütle ve ağırlık arasındaki fark hakkında bir hissiyat vermiştir. Uzay istasyonunda, bir top mermisi bir balondan çok daha fazla kütleye sahiptir ancak her ikisinin de ağırlığı aynıdır: sıfır.



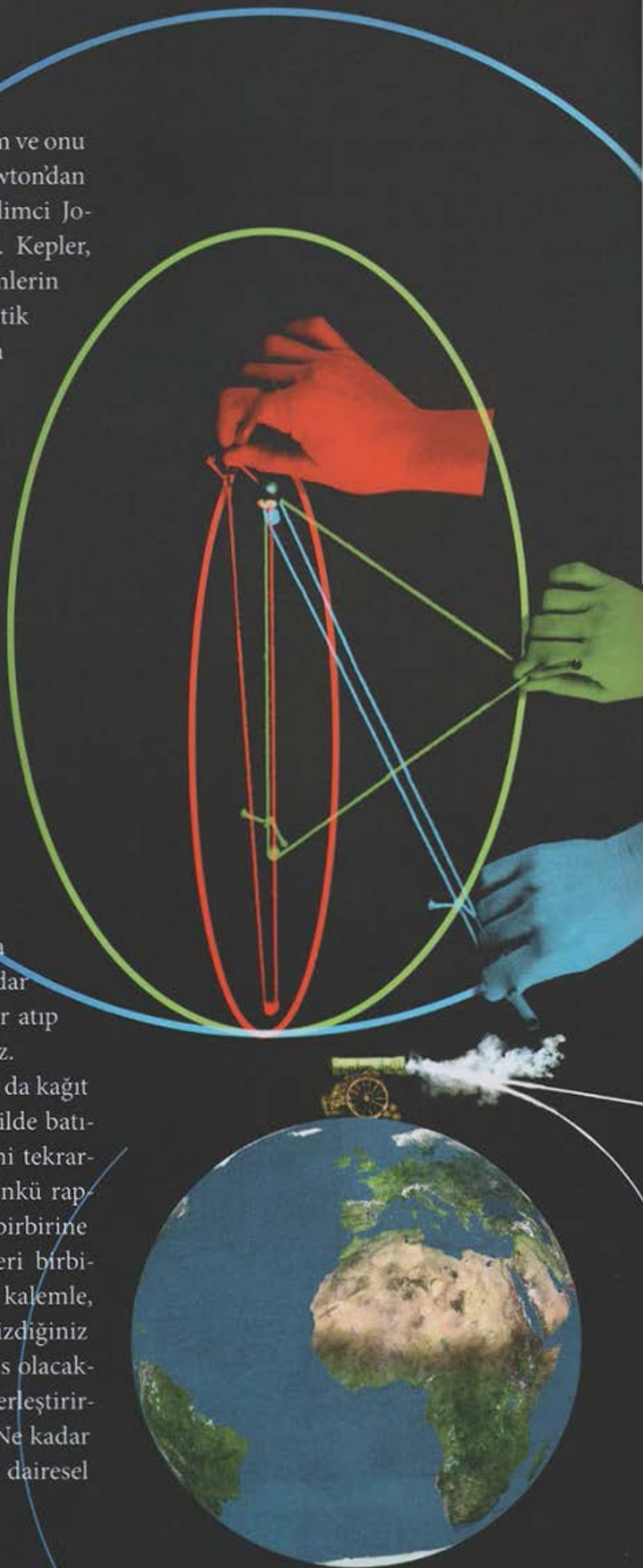


Yumurtalar, elipsler ve kütle çekimden kaçış

Hadi dağın tepesindeki topumuza geri dönelim ve onu daha da güçlendirelim. Ne olurdu? Şimdi Newton'dan hemen önce yaşamış olan büyük Alman bilimci Johannes Kepler ile tanışmamızın vakti geldi. Kepler, diğer cisimlerin yörüngesinde dolaşan cisimlerin yaptığı zarif eğrinin aslında bir daire değil, antik Yunan zamanlarından beri matematikçilerin "elips" olarak bildiği bir şekil olduğunu gösterdi. Elips aşağı yukarı bir yumurta biçimindedir (ama sadece "aşağı yukarı", çünkü yumurtalar tam elips değildir). Daire, özel bir elips biçimidir, küt bir yumurta düşünün, o kadar küçük ve bodur olsun ki bir pinpon topu gibi gözüksün.

Hem elips çizmenin kolay bir şey, hem de dairenin elipsin özel bir biçimi olduğuna sizi ikna etmek için bir yol var. Bir parça ip alın ve iki ucunu birbirine olabildiğince küçük ve güzelce düğümleyerek ipi bir halka haline getirin. Şimdi bir deste kağıda bir raptiye batırın, yaptığınız halkayı raptiyenin etrafından geçirin. Bir kurşun kalemi, halkanın bir ucunda raptiye öbür ucunda kalem olacak şekilde halkaya geçirin. Halkanın yetiştiği yere uzanacak kadar ipi gergin tutarak raptiyenin etrafında bir tur atıp kalemle çizin. Elbette bir daire çizmiş oldunuz.

Şimdi ikinci bir raptiye daha alın ve onu da kağıt destesine, önceki raptiyeye temas edecek şekilde batırın. İpi iki raptiyeden geçirip az önceki işlemi tekrarlayacak olursanız hala bir daire çizersiniz çünkü raptiyeler tek bir raptiye gibi davranacak kadar birbirine yakındır. Şimdi işler ilginçleşecek. Raptiyeleri birbirinden birkaç santim uzağa yerleştirin. Yine kalemle, ipin yetişebileceği yerleri çizecek olursanız çizdiğiniz şey bir daire değil, "yumurta biçimli" bir elips olacaktır. Raptiyeleri birbirinden ne kadar uzağa yerleştirirseniz, çizdiğiniz elips de o kadar basık olur. Ne kadar yakına yerleştirirseniz o kadar geniş, o kadar dairesel



olur. İki raptiye tek bir raptiye olacak şekilde çakıştıklarında ise elips artık bir daire olur, bahsettiğim özel biçim budur.

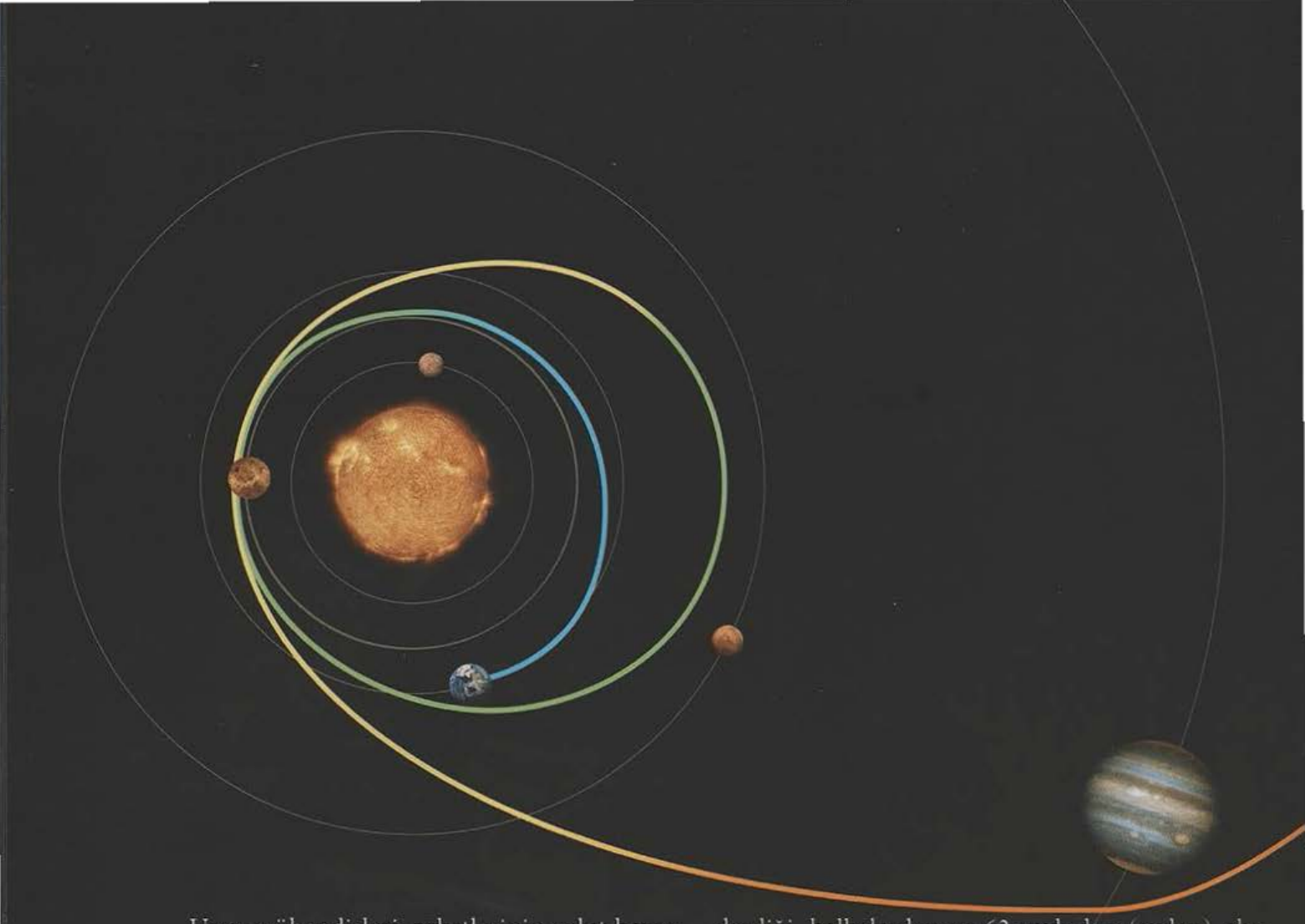
Şimdi, elipsle tanıştığımıza göre, süper-güçlü topumuza geri dönebiliriz. Neredeyse dairesel diyebileceğimiz bir yörüngede dolanacak şekilde bir top mermisi fırlatmıştık zaten. Eğer şimdi topu biraz daha güçlendirecek olursak, merminin yörüngesi daha "uzatılmış", daha az dairesel, eliptik bir hal alacaktır. Buna "dış merkezli" yörünge denir. Top mermisi önce Dünya'dan uzağa doğru fırlayacak ve sonra geriye doğru, dönüşe geçecektir. Dünya iki "raptiyeden" biridir. Diğer raptiye katı bir cisim olarak bulunmaz ama onu uzaydaki hayali bir raptiye olarak düşünebilirsiniz. Hayali raptiye, bazı insanlar için matematiksel hesaplamaları anlaşılır kılmakta yardımcı olur ama sizin kafanızı karıştırıyorsa unutun gitsin. Burada fark edilmesi gereken önemli nokta, Dünya'nın bu "yumurtanın" merkezi olmayacağıdır. Merminin yörüngesinin Dünya'dan uzaklaşması, bir tarafta (sözgelişi "hayali raptiyenin" olduğu tarafta), diğer tarafta olduğundan (yani Dünya'nın kendisinin "raptiye" olduğu tarafta olduğundan) çok daha fazla olacaktır.

Topumuzu daha da güçlü hale getirmeye devam edelim. Bu durumda mermi artık Dünya'dan çok çok uzağa gidiyor ve çekim kuvveti tarafından zar zor çekilip Dünya'ya dönüşe geçebiliyor olsun. Yörüngenin elipsi çok uzun ve gerilmiş bir hal almıştır. Ve öyle bir nokta gelecektir ki artık elips olmaktan çıkacaktır: top mermisini daha da hızlı ateşleriz ve bu hız artık topu, Dünya'nın çekim kuvvetinin onu geri döndürebileceği noktanın da ilerisine taşır. Mermi "kurtulma hızına" ulaşmıştır ve sonsuza kadar (ya da bir başka cismin, örneğin güneşin, kütle çekimine kapılana kadar) gözden kaybolur.

Gücü yavaş yavaş artan topumuz, bir yörüngenin oluşumuna ve sonrasına giden tüm basamakları göstermiş oldu. Başta top mermisi sadece denize düşüyordu. Daha sonra giderek artan güçle birlikte arka arkaya ateşlediğimiz mermilerin eğrisi, top (neredeyse) dairesel bir yörünge için gereken hıza ulaşana kadar git gide yataylaştı. Sonra ateşleme hızının daha da artmasıyla, top mermisinin yörüngesi daha az dairesel bir hal aldı ve uzadı, böylece eliptik hale geldi. Sonunda "elips" o kadar uzadı ki elips olma özelliğini tamamen kaybetti, mermi kurtulma hızına ulaştı ve hepten gözden kayboldu.

Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesi teknik olarak bir elipstir ama neredeyse özel daire biçimine yakın bir elips. Aynısı Plüton hariç diğer gezegenler için de geçerlidir (zaten günümüzde Plüton, gezegen kategorisinden çıkarılmıştır). Öte yandan bir kuyrukluyıldızın yörüngesi ise çok ince, uzun bir yumurta gibidir. Kuyrukluyıldızın elipsini çizmek için kullanacağınız "raptiyeler" birbirlerinden çok uzaktır.

Kuyrukluyıldızın "raptiyelerinden" biri güneştir. Yine burada da, öteki "raptiye" aslında uzayda gerçek bir cisim değildir, onu sadece hayal etmeniz gerekiyor. Kuyrukluyıldız, Güneş'ten en uzakta bulunduğu konumdayken (bu konuma "günöte" denir) en düşük hızda hareket eder. Kuyrukluyıldız, tüm hareketi boyunca serbest düşüştedir ama bir kısmında bu hareket Güneş'e doğru değil Güneş'ten öteye doğrudur. Yavaşça günöte konumundan dönüşe geçer ve Güneş'e doğru düşmeye başlar, gittikçe hızlanarak düştükçe düşer, tâ ki Güneş'in (yani öteki "raptiyenin") etrafından, Güneş'e en yakın noktası günberiden yol boyunca ulaşacağı en yüksek hızla geçene kadar. Kuyrukluyıldız günberi noktasında, Güneş'in etrafından hızla dönerek uzaklaşmaya başlar ve Güneş'ten uzaklaşıp en yavaş olduğu günöte noktasına giden yolculuğu boyunca aşamalı olarak hızını kaybeder. Bu döngü kendini defalarca tekrarlamayı sürdürür.



Uzay mühendisleri, roketlerinin yakıt harcamalarını azaltmak için sapan etkisi denen bir şeyden yararlanırlar. Uzak gezegen Satürn'ü ziyaret etmek için tasarlanan Cassini uzay aracı, dolambaçlı bir yolmuş gibi görünen bir rota izleyerek Satürn'e ulaşmıştır. Ama aslında bu rota sapan etkisinin ustaca kullanılmasıyla planlanmıştır. Cassini, kendisini doğrudan Satürn'e götürmek için gerekecek roket yakıtından çok daha azını kullanıp, rotası üzerindeki üç gezegenin çekim kuvvetleri ve yörüngesel hareketlerinden faydalanmıştır. Venüs'ten iki kez yararlanıp, Dünya'nın etrafından salındıktan sonra Jüpiter'den gelen son bir kuvvetli yardımla ilerlemiştir. Her birinde bir kuyrukluyıldız gibi gezegenin etrafından dolaşarak düşüşünü sürdürmüş, Güneş'in etrafında dolanan gezegenlerin kütle çekimsel eteklerine yapışıp hız kazanmıştır. Bu dört sapan desteği Cassini'yi, o zamandan beri dudak uçuklatıcı fotoğraflar gönderdiği, halkalardan ve 62 uydudan (aydan) oluşan Satürn sistemine doğru fırlatmıştır.

Dediğim gibi gezegenlerin çoğunun Güneş'in etrafındaki yörüngeleri neredeyse dairesel elipsler şeklindedir. Plüton ise farklıdır, sadece bir gezegen olarak adlandırılamayacak kadar küçük olmasının haricinde, fark edilebilir derecede dışmerkezli bir yörüngesi vardır. Çoğunlukla Neptün'ün yörüngesinin dışındadır ama günberide Neptün'ün neredeyse dairesel olan yörüngesinin içine girer ve bu esnada Güneş'e Neptün'den daha yakındır. Ancak Plüton'un yörüngesi bile bir kuyrukluyıldızınki kadar dışmerkezli olmanın yakınından geçemez. Ünlü Halley Kuyrukluyıldızı, bize ancak günberideyken yani Güneş'e en yakın olup Güneş'in ışınlarını yansıttığı esnada görünür olur. Eliptik yörüngesi onu çok çok uzaklara götürür ve bizim yakınımıza ancak her 75-76 yılda bir gelir. Ben 1986'da Halley Kuyrukluyıldızı'nı

gördüm ve o zamanlar bebek olan kızım Juliet'e gösterdim. Kulağına benim bu kuyrukluyıldızı tekrar göremeyeceğimi ama onun 2061'de döndüğünde görmek için bir şansı daha olduğunu fısıldadım (elbette söylediklerimi anlayacak yaşta değildi ama ben yine de ısrarla söyledim).

Bu arada kuyrukluyıldızın "kuyruğu" tozdan bir trendir ve bu tozların kaynağı zannedebileceğimiz gibi kuyrukluyıldızın baş kısmı değildir . Daha çok bunlar güneş rüzgarı dediğimiz, Güneş'ten "esen" parçacıkların akımıdır. Böylelikle kuyrukluyıldızın kuyruğu, kuyrukluyıldızın nereden geldiğinden bağımsız olarak, her zaman Güneş'in bulunduğu yönün tersine doğrudur. Bir zamanlar bilimkurgu hikayelerinde geçen heyecan verici bir tasarı olan, Güneş rüzgarlarını devasa "yelkenlere" sahip uzay araçlarını hareket ettirmek için kullanma fikri şimdilerde Japon uzay mühendisleri tarafından uygulamaya geçiriliyor. Tıpkı gerçek rüzgarı kullanarak hareket eden yelkenliler gibi, uzay-yelkenlileri de teorik olarak uzak dünyalara gitmenin oldukça ekonomik bir yolunu sağlayabilir.

Yaz mevsimine yan bakış

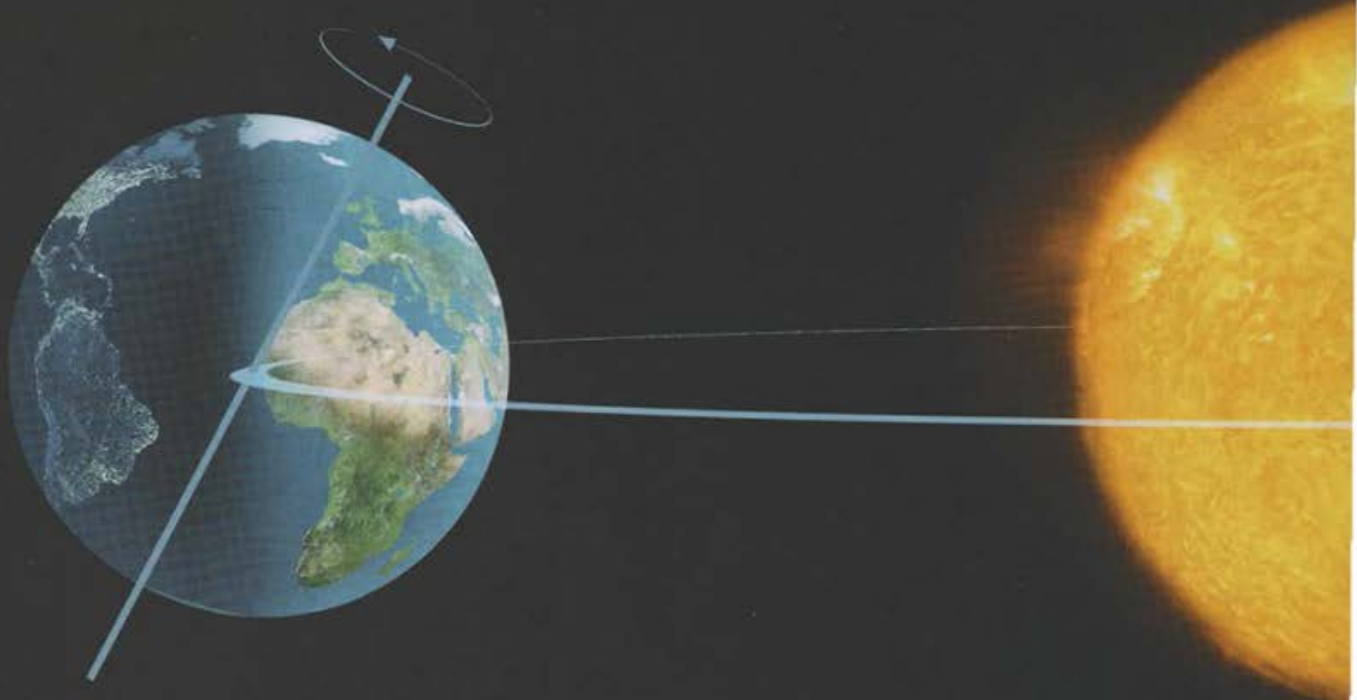
Artık yörüngeleri anladığımıza göre, neden kış ve yaz mevsimlerimizin olduğuna dair sorumuza geri dönebiliriz. Hatırlarsanız bazı insanlar yazın Güneş'e daha yakın, kışın ise daha uzak olduğumuzdan mevsimlerimizin olduğunu sanıyorlardı. Eğer Dünya'nın yörüngesi Plüton'unki gibi olsaydı bu iyi bir açıklama olabilirdi. Aslında Plüton'un kışı ve yazını oluşturan neden tam olarak budur (her ikisi de bizim burada yaşadığımız herhangi bir sıcaklıktan çok daha soğuk geçse de).

Ancak Dünya'nın yörüngesi neredeyse dairesel dir, dolayısıyla gezegenin Güneş'e olan yakınlığı ve uzaklığı değişen mevsimlerimizin nedeni olamaz. Dünya'nın Güneş'e en yakın olduğu konum (yani günberi) Ocak ayında ve en uzak olduğu konum (yani günöte) ise Temmuz ayındadır ama eliptik yörünge dairesel olmaya o kadar yakındır ki bu fark edilebilir bir ayrım yaratmaz.

Peki o zaman, yaz ve kış arasındaki ayrıma neden olan nedir? Oldukça farklı bir şey. Dünya bir eksen etrafında dönmektedir ve bu eksen eğiktir. Bu eğiklik mevsimlere sahip oluşumuzun asıl nedenidir. Nasıl mı? Bakalım.

Daha önce de dediğim gibi ekseni, yerkürenin Kuzey Kutbu'ndan girip Güney Kutbu'ndan çıkan bir çubuk (ya da dingil) gibi düşünebiliriz. Şimdi Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesini, kendisine ait bir dingili olan çok büyük bir tekerlek gibi düşünün ve bu dingil Güneş'in "Kuzey Kutbu'yla" "Güney Kutbu" arasından geçiyor olsun. Bu iki eksen (Dünya'nın ve Güneş'in eksenleri) birbirlerine tamamen paralel olabilirlerdi, yani Dünya'nın ekseninin eğik olmadığını düşünün. Bu durumda gün ortasındaki Güneş ekvatorda her zaman tepe noktasında olacak, gündüz ve gecenin uzunluğu her yerde aynı olacaktır. Mevsimler olmayacaktır. Ekvator her daim sıcak olacaktır ve ekvatordan her iki kutba doğru ilerledikçe hava gittikçe soğuyacaktır. Ekvatordan uzaklaşarak sıcaktan kurtulmak mümkün olacak ama kışı beklemek bir fark yaratmayacaktır çünkü bekleyecek bir kış olmayacaktır. Bir yaz ya da herhangi bir çeşit mevsim de olmayacaktır.

Ancak gerçekte bu iki dingil birbirine paralel değil. Dünya'nın dingili (ekseni), Güneş'in etrafın-

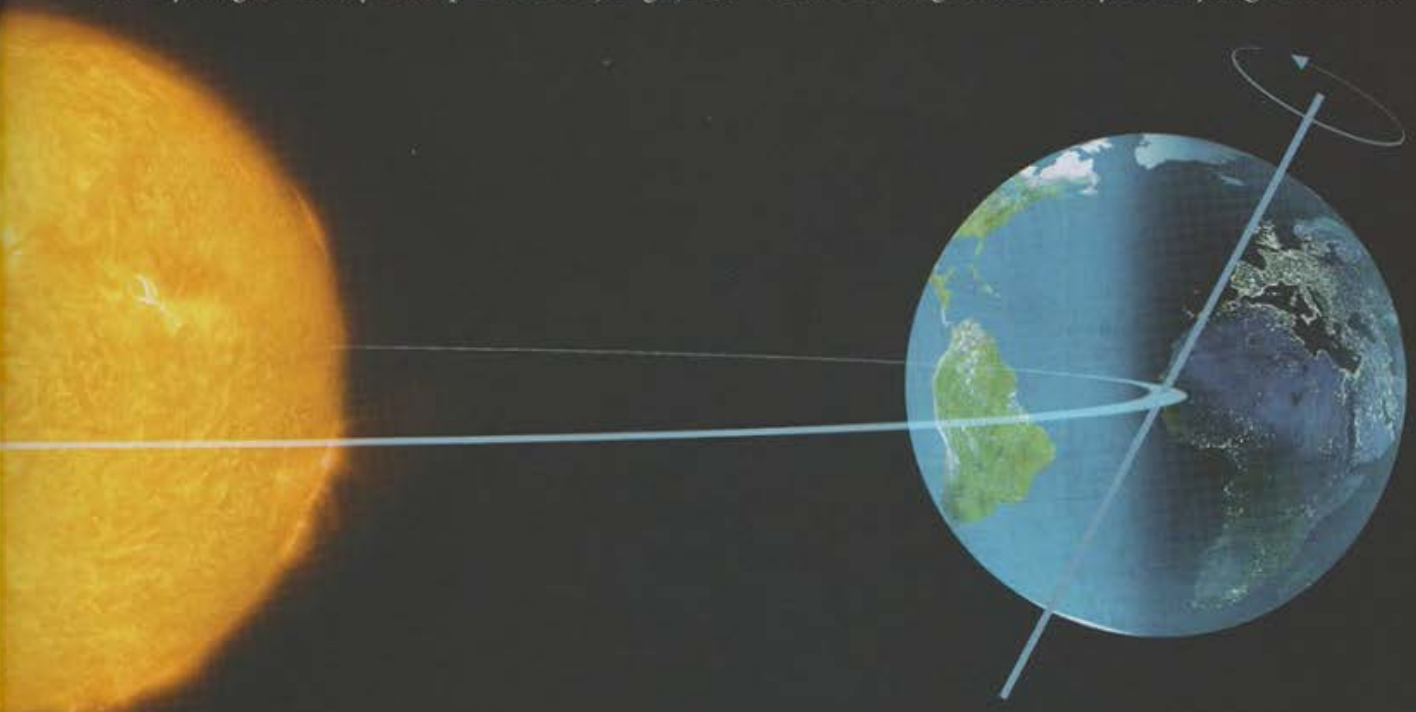


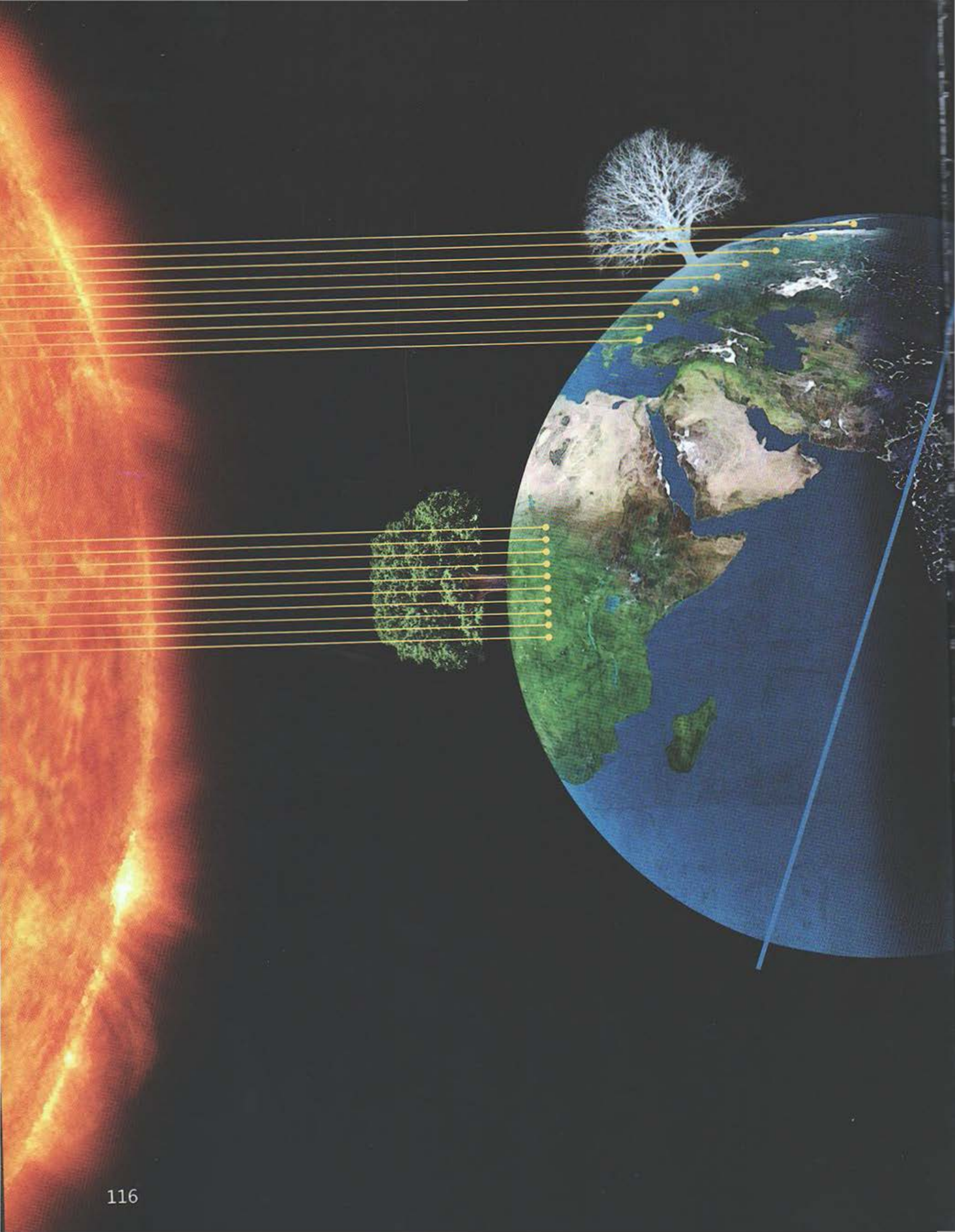
daki yörüngesine göre eğiktir. Ama bu eğiklik öyle çok da fazla değil, 23,5 derecedir. Eğer (Uranüs'ünki gibi) 90 derece olsaydı, Kuzey Kutbu yılın bir bölümünde doğrudan Güneş'e bakıyor olacaktı (buna kuzey yazortası diyebiliriz), öte yandan kuzey kışortasında ise Güneş'in olmadığı yöne bakıyor olacaktı. Eğer Dünya Uranüs gibi olsaydı, yazortası boyunca güneş Kuzey Kutbu'nda her zaman tepe noktasında olacak (orada hiç gece olmayacaktı), Güney Kutbu'nda ise gündüz olmayacak, hava buz gibi soğuk ve karanlık olacaktı. Altı ay sonra ise tam tersi.

Ancak gezegenimiz gerçekte 90 derece değil sadece 23,5 derece eğik olduğundan biz kendimizi, eksenin dik olduğu mevsimsizlik aşırılığından, neredeyse tam eğik olduğu Uranüs aşırılığına giden yolun ilk çeyreğinde buluruz. Bu da, Dünya'nın kuzey yazortasında, Güneş'in Uranüs'teki gibi Kuzey Kutbu'nun tepe noktasında olmadığı anlamına gelir. Bu aşamada aralıksız gündüz yaşanır ancak Uranüs'teki gibi Güneş en tepede değildir. Dünya döndükçe Güneş de gökyüzünde daire çizer gibi görünür ama asla tam olarak ufkun altına inmez. Bu söylediğim Kuzey Kutup Dairesi için geçerli. Kuzey yazortasında, Kuzey Kutup Dairesi'nde örneğin İzlanda'nın kuzeybatı ucunda ayakta duracak olursanız, Güneş'in kuzey ufkunu sıyırıp geçtiğini ama asla tam batmadığını görürsünüz. Daha sonra gün ortasına doğru gökyüzündeki (çok da yüksek olmayan) en yüksek noktasına yükselir.

Kuzey Kutup Dairesi'nin biraz dışında kalan kuzey İskoçya'da ise, yazortası güneşi bir çeşit gece yaratacak kadar ufkun altına iner ama bu pek karanlık bir gece olmaz çünkü Güneş hiçbir zaman ufkun çok çok altına inmez.

Demek ki, kış (gezegenin bizim bulunduğumuz kısmı Güneş'ten uzağa doğru bakarken) ve yaz (Güneş'e doğru bakarken) mevsimlerine sahip oluşumuzu da kış mevsiminde günlerin kısa, yaz mevsiminde ise uzun oluşunu da Dünya'nın ekseninin eğikliği açıklıyormuş. Ama eksen eğikliği, kışın neden bu kadar soğuk, yazın ise neden bu kadar soğuk, yazın ise neden bu kadar sıcak olduğunu da açıklıyor mu? Neden Güneş tam tepedeyken, ufka yakın bulunduğu ama alçaklarda gezindiği durumdan daha sıcak hissedilir? Güneş aynı Güneş, hangi açıda bulunuyor olursa olsun aynı miktarda sıcak olması gerekmez miydi? Hayır, gerekmezdi.





Güneş'e doğru eğik durduğumuzda ona hafifçe yakın olduğumuz gerçeğini unutabilirsiniz. Bu, Güneş'e olan mesafemiz (150 milyon kilometre) düşünülürse son derece küçük (sadece birkaç bin kilometrelik) bir farktır ve Güneş'in günöte ve günberi arasındaki (5 milyon kilometre kadar) uzaklık farkıyla karşılaştırıldığında da görmezden gelinebilir. Hayır, asıl önemli olan hem Güneş ışınlarının bize hangi açıyla geldiği, hem de günlerin kışın daha uzun, yazınsa daha kısa olmasıdır. Güneşi gün ortasında öğleden sonraki halinden daha sıcak hissettiren, gün ortasında güneş kremi sürmeyi öğleden sonra sürmekten daha önemli kılan bu açıdır. Bitkilerin yazın, kışın olduğundan daha çok büyümesini sağlayan, bu açı ve gün uzunluğunun birleşimidir.

Peki bu açı neden bu kadar büyük bir fark yaratıyor? Bunu açıklamanın bir yolu şu: Yazın ortasında, öğlen vakti güneşlendiğinizi ve güneşin tepenizde olduğunu hayal edin. Sırtınızın ortasındaki derinin belli bir santimetrekaresine düşen fotonları (küçük ışık parçacıkları) bir ışıkölçerle (fotometre) ölçebilirsiniz. Kış mevsimindeyse öğle vakti yani gün ortasında, Dünya'nın eksenindeki eğiklik nedeniyle güneş görece alçakta olacak, yani güneş ışınları Dünya'ya daha eğik bir açıyla daha "yandan" geliyor olacak, siz bu zamanda güneşlenecek olursanız, güneşten gelen belirli sayıdaki fotonlar cildinizin daha büyük bir alanı tarafından "paylaşılacaktır". Bu da, hani yazın güneşlendiğiniz durumdaki baştaki o deri alanının payına, yazın ortasındayken olacağından daha az foton düşeceği anlamına gelir. Cildiniz için geçerli olan bu durum, ağaçların yaprakları için de geçerlidir ve bu bitkiler için gerçekten önemlidir çünkü bitkiler besinlerini üretmek için güneş ışınlarını kullanırlar.

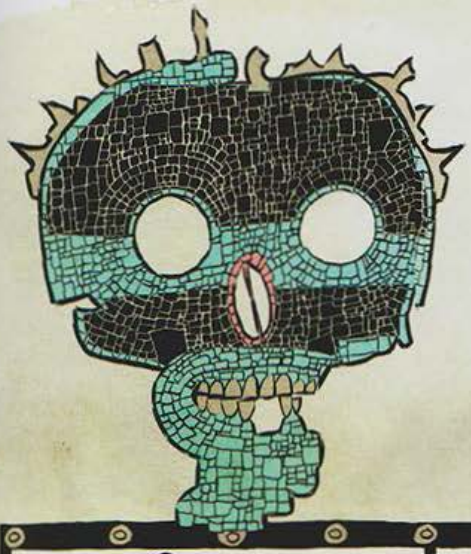
Gün ve gece, kış ve yaz; bunlar bizim ve (belki denizin karanlık ve soğuk derinliklerinde yaşayanlar hariç) tüm canlıların yaşamlarını kontrol eden önemli değişken döngülerdir. Bizim için çok önemli olmayan ama başka canlılar, örneğin deniz kıyılarında yaşayan canlılar için çok önemli başka döngüler de vardır. Bunlardan biri de Ay'ın neden olduğu, genellikle gelgit olarak kendini gösteren döngülerdir. Ay döngüleri, kurt adamlar ve vampirler gibi rahatsız edici bazı eski söylencelere de konu olmuştur. Ama şimdi bu konuyu istemeyerek de olsa bir kenara bırakıp Güneş'in kendisine geçmeliyim.



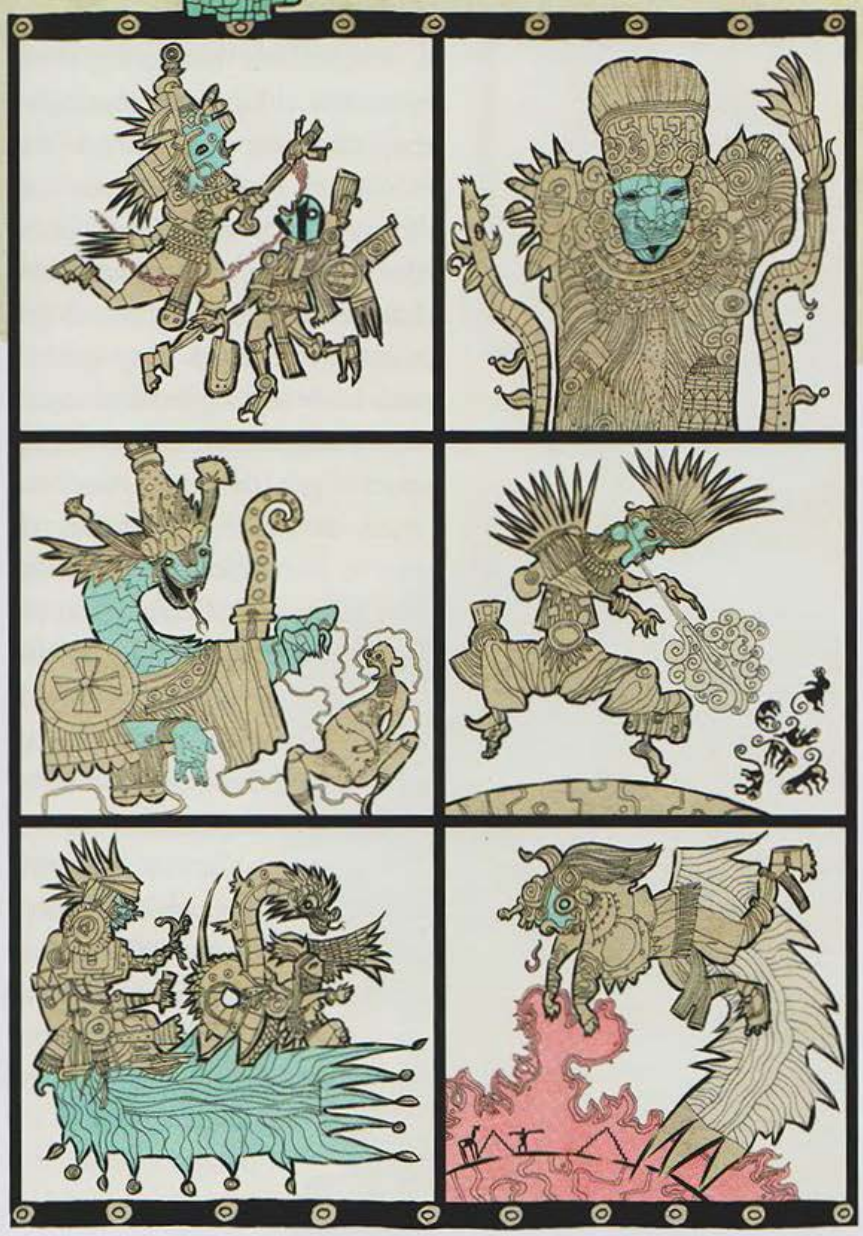
6 GÜNEŞ NEDİR?



Güneş, soğuk iklimlerde o kadar rahatlatıcı ve büyüleyici bir parlaklığa sahiptir ve sıcak iklimlerde de bir o kadar acımasız ve kavurucudur ki insanların ona tanrı olarak tapınmasını garipsememek gerekir. Güneşe tapınma genellikle aya tapınmayla birlikte görülür ve güneş ile ay genellikle karşı cinsler olarak düşünülürler. Nijerya'nın Tiv kabilesinde ve batı Afrika'nın diğer başka yerlerinde, güneşin büyük tanrı Awondo'nun oğlu, ayın ise kızı olduğuna inanılır. Güneydoğu Afrika'daki Barotse kabilesindekiler ise güneşin, ayın ağabeyi değil de kocası olduğunu düşünürler. Söylencelerde güneş genellikle erkek, ay ise kadın olarak görülür ama bunun tersi de olabilir. Japon Şinto dininde güneş, tanrıça Amaterasu, ay ise onun erkek kardeşi Ogetsuno'dur.



16. yüzyılda İspanyollar gelmeden önce, Güney ve Orta Amerika'da serpilen büyük uygarlıklar güneşe taparlardı. And dağlarının eteklerinde yaşayan İnkalar güneşin ve ayın kendilerinin ataları olduklarına inanırlardı. Meksika topraklarında yaşayan Azteklerin tanrılarının birçoğu, Mayalar gibi aynı bölgedeki daha eski uygarlıklarınkilerle ortaktır. Bu tanrıların pek çoğunun güneş ile bir bağları vardır ya da bazı durumlarda güneşin kendisidirler. Azteklerin "Beş Güneş Söylencesi" şimdiki dünya varolmadan önce dört dünya daha olduğunu ve her birinin kendi güneşi olduğunu anlatır. Önceki dört dünya genellikle tanrıların gazabı sonucu olmak üzere afetlerle birer birer yokedilmiştir. Siyah Tezcatlipoca diye adlandırılan ilk tanrı, onu sopasıyla gökyüzünden deviren kardeşi Quetzalcoatl ile kavga halindedir. Bir süre devam eden güneşsiz karanlık dönemin ardından Quetzalcoatl ikinci güneş olur. Tezcatlipoca sinirinden tüm insanları maymuna çevirir, Quetzalcoatl da tüm maymunları üfleyip uçurur ve ikinci güneşlikten istifa eder.



Tanrı Tlaloc üçüncü güneş olur. Fakat bu tanrı, karısı Xochiquetzal'ın Tezcatlipoca tarafından çalınmasına çok kızar, küser ve yağmur yağdırmayı reddeder, böylece korkunç bir kuraklık olur. İnsanlar yağmur için o kadar yalvarırlar ki onların yakarışlarından bıkan Tlaloc alın size yağmur diyerek bir ateş yağmuru gönderir. Ateş tüm dünyayı yakar ve tanrıların her şeye yeni baştan başlaması gerekir.



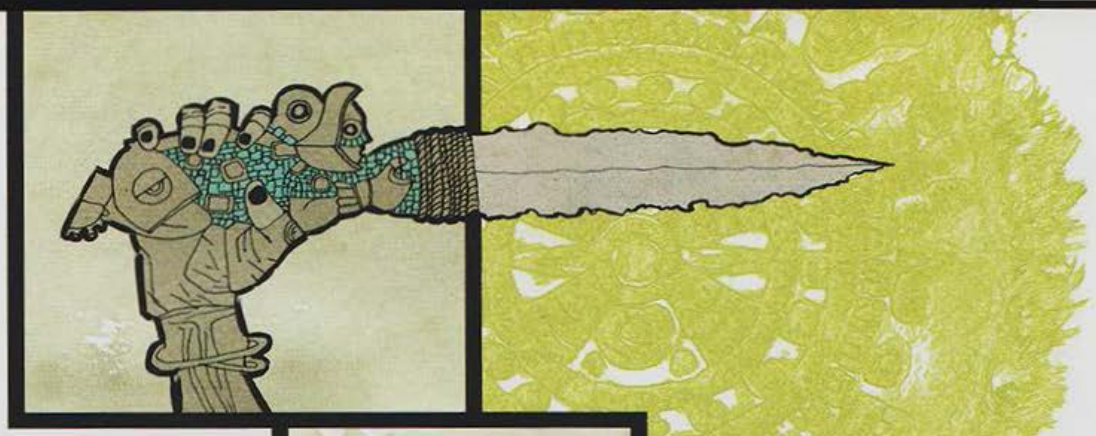
Dördüncü güneş ise Tlaloc'un yeni eşi Chalchiuhtlicue olur. Başlangıçta işler yolunda görünmektedir ama Tezcatlipoca onu o kadar üzer ki 52 yıl hiç durmadan kan ağlar. Gözyaşları dünyayı yok eder ve tanrıların yeni baştan başlamaları gerekir. Söylencelerin küçük detayları nasıl da özellikle belirttiği sizce de ilginç değil mi? Chalchiuhtlicue neden 51 ya da 53 değil de 52 yıl boyunca ağlamış?





Azteklerin hâlâ gökyüzünde görmekte olduğumuza inandıkları beşinci güneş, kimi zaman Huitzilopochtli olarak da bilinen tanrı Tonatiuh'tur. Annesi Coatlicue bir demet tüy tarafından yanlışlıkla hamile bırakılmış ve onu doğurmuştur. Bu kulağa garip gelebilir ama böyle şeyler geleneksel söylencelerle büyümüş insanlara oldukça normal gelir (bir başka Aztek tanrıçası da balkabağına benzer bir meyve olan sukabağı tarafından hamile bırakılır). Coatlicue'nin 400 oğlu, annelerinin yeniden hamile olduğunu duyduklarında sinirlenirler ve kafasını koparmaya çalışırlar. Ancak Coatlicue iki arada bir derede Huitzilopochtli'yi doğurur. Tamamen silahlanmış bir halde doğan Huitzilopochtli, "güneye" kaçan birkaçı hariç 400 üvey kardeşini öldürmekte hiç vakit kaybetmez. Huitzilopochtli bu olayların ardından beşinci güneş olma görevini üstlenir.







Aztekler güneş tanrısını tatmin etmek için insan kurban etmeleri gerektiğine yoksa her sabah güneşin doğmayacağına inanırlardı. Görünen o ki, kurban etmeye ara verip güneşin bir ihtimal yine de doğup doğmayacağını test etmek akıllarına gelmemiş. Azteklerin kurban törenlerinin dehşet vericiliği meşhurdur. İspanyolların (kendi dehşet vericiliklerini beraberlerinde getirerek) kıtaya varmalarıyla Azteklerin altın çağı sona ererken güneşe tapınanların uygulamaları kan dondurucu bir noktaya ulaşmıştır. 1487'de büyük Tenochititlan tapınağında kurban edilen insan sayısının 20.000 ila 80.000 arasında olduğu tahmin edilmektedir. Güneş tanrısını memnun etmek için farklı hediyeler de sunulabilirdi ancak asıl sevdiği şey insan kanı ve hâlâ atmakta olan insan kalbiydi. Savaş zamanının en temel amacı, kalpleri çıkarılarak kurban etmek için çok sayıda savaş tutsağı toplayabilmekti. Kurban etme töreni genellikle, örneğin Aztek, Maya ve İnkaların meşhur devasa piramitleri gibi (güneş tanrısına daha yakın olabilmek için) yerden yüksek bir alanda yapılırdı. Dört rahip sunakta kurbanı tutar, beşinci bir rahip de bıçağı kullanırdı. Kalbi çıkarmak için mümkün olduğunca hızlı davranırdı, çünkü böylece kalbi tutup güneşe kaldırdığında kalp hâlâ atıyor olurdu. Bu esnada kalbi çıkarılmışkanlar içindeki beden, tepenin ya da piramidin yamaçlarından aşağıya yuvarlanırdı. Beden burada yaşlı adamlar tarafından tutulup parçalarına ayrılır ve genellikle ayinsel yemeklerde yenirdi.



Piramitler, ayrıca bir başka uygarlıkla yani Mısır'daki antik uygarlıkla ilişkilendirilirler. Antik Mısırlılar da güneşe tapardı. En büyük tanrılarından biri güneş tanrısı olan Ra idi.



Bir Mısır efsanesine göre gökyüzünün kıvrımı, dünyanın üzerinde köprü kurmuş tanrıça Nut'un bedeninin kıvrımlarıdır. Bu efsaneye göre tanrıçanın her gece güneşi yutup ertesi sabah da yeniden doğurduğu düşünülür.



Antik Yunan ve İskandinavlar da dahil birçok toplumun, güneşi gökyüzü boyunca sürülen bir at arabası şeklinde resmeden efsaneleri vardır. Yunan güneş tanrısının adı Helios'tur ve kimi bilimsel terimler onun ismiyle ilişkilendirilmiştir.

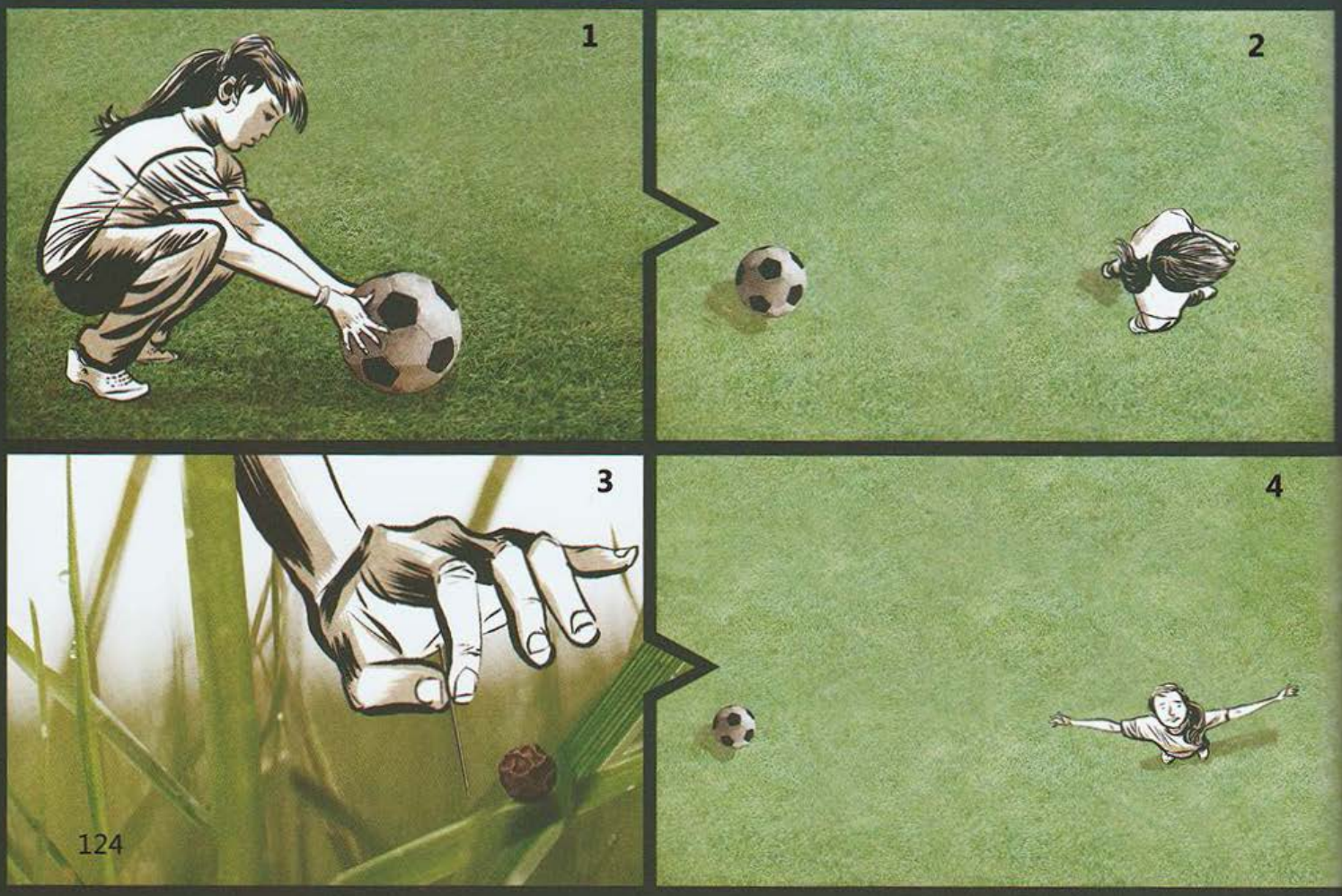
Diğer söylencelerde güneş tanrı olarak değil ama tanrının yarattığı ilk şeylerden biri olarak geçer. Orta Doğu'nun İbrani kabilesinin yaratılış söylencesine göre, kabilenin tanrısı YHWH altı günlük yaratılışın ilk gününde ışığı yaratır ama şaşırtıcı bir şekilde dördüncü güne kadar güneşi yaratmaz! "Ve Tanrı iki büyük ışığı yarattı: daha büyük olan ışık günü, daha küçük olan geceyi yönetti, Tanrı ayrıca yıldızları da yarattı." Güneş ve yıldızlar yaratılmadan varolan ilk ışığın nerden geldiği bize söylencede anlatılmıyor.

Şimdi bilimsel kanıtlarla teyit edilmiş Güneş'in gerçek doğasına yani gerçekliğe dönme zamanı geldi.

Nedir bu Güneş gerçekte?

Güneş bir yıldızdır. Diğer bir sürü yıldızdan farklı değildir, sadece ona yakın olduğumuz için diğerlerinden çok daha büyük ve parlak görünür. Aynı nedenden ötürü, diğer yıldızlardan farklı olarak Güneş'in sıcaklığını hissederiz, ona doğrudan bakarsak gözlerimize zarar verir ve altında uzun süre kalırsak cildimizi yakar. Güneş bize diğer yıldızlardan sadece *birazcık* yakın değil, çok yakındır. Yıldızların ne kadar uzakta olduğunu, uzayın ne kadar büyük olduğunu kavramak kolay değil. Aslında kolaydan da öte nerdeyse imkansız.

John Cassidy yazdığı nefis kitap olan *Yeryüzünü Arayış*'ta bu büyüklüğü kavrayabilmemiz için bir ölçek modeli kullanarak şansını deniyor.



1 Bir futbol topuyla büyük bir açık alana gidin ve Güneş'i temsil etmesi için futbol topunu yere koyun..

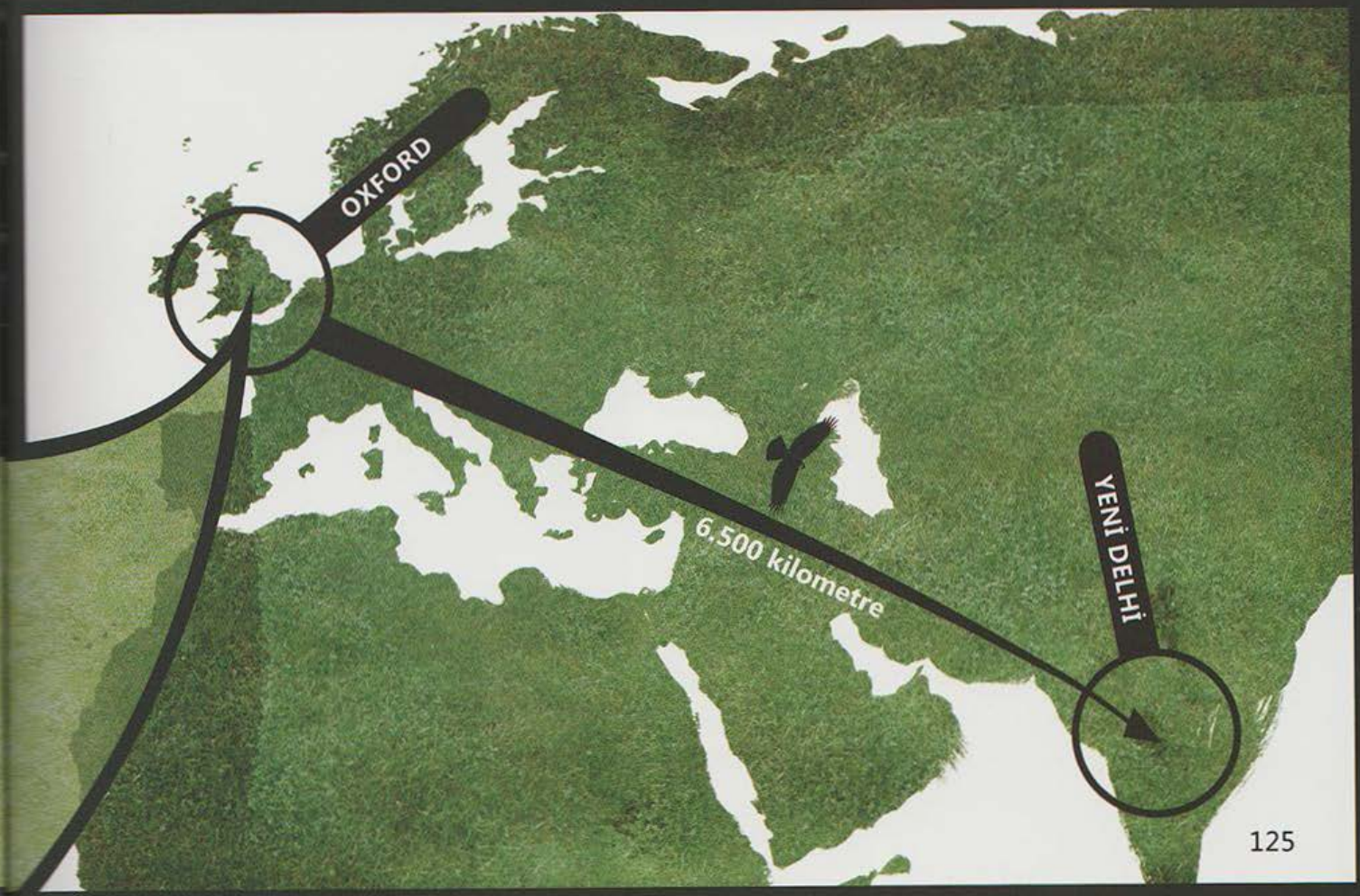
2 Sonra 25 metre yürüyün, Dünya'nın boyutunu ve Güneş'ten uzaklığını temsil etmesi için yere öğütülmemiş bir karabiber tanesi atın.

3 Aynı ölçekte Ay, iğne başı büyüklüğünde ve karabiber tanesinden sadece 5 santimetre uzaklıkta olacaktır.

4 Fakat aynı ölçekte devam edecek olursak, Güneş'ten sonraki en yakın yıldız olan Proxima Centauri (birazcık daha küçük) bir futbol topu olacaktır ve onu yaklaşık olarak ... hazır mısınız ...

..... 6500 kilometre uzağa koymanız gerekecektir!

Proxima Centauri'nin etrafındaki yörüngelerde dönen başka gezegenler olabilir de olmayabilir de ama başka yıldızların, belki de çoğu yıldızın etrafında dönen başka gezegenler olduğu kesin. Bu yıldızlarla gezegenleri arasındaki mesafe genellikle yıldızların birbirlerine olan mesafesinden daha küçüktür.



Yıldızlar nasıl çalışır

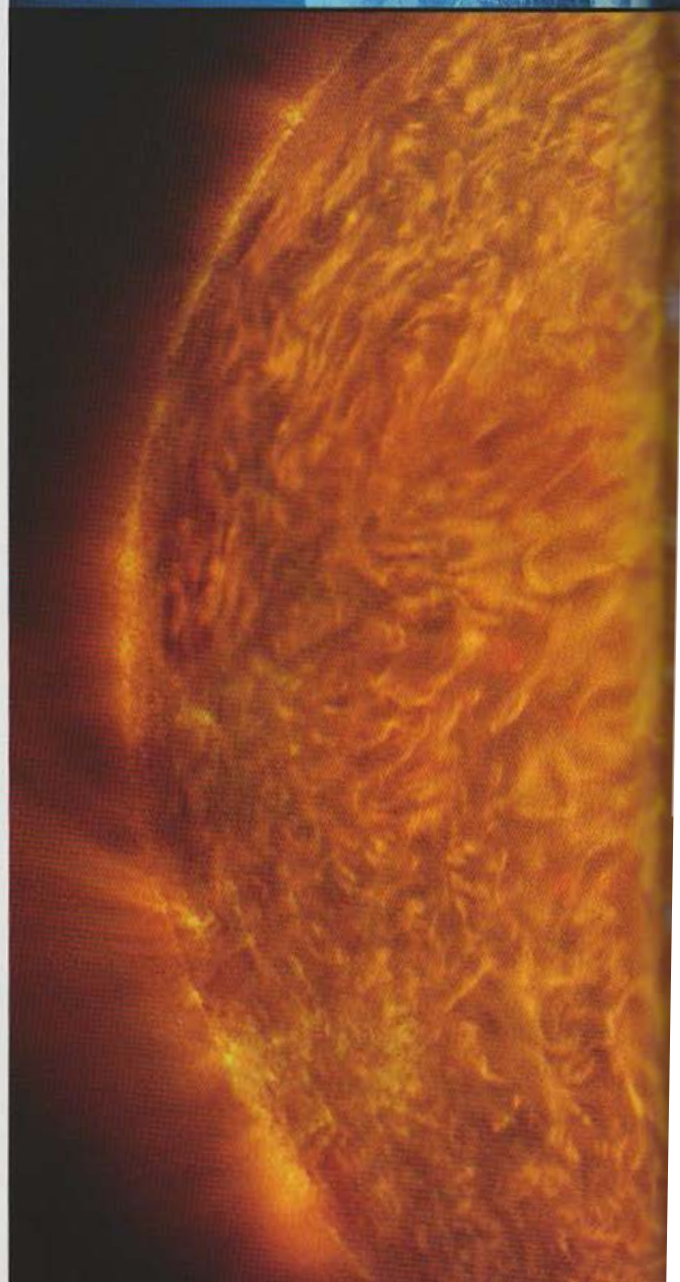
Bir yıldızla (güneş gibi), bir gezegen (Mars ya da Jüpiter gibi) arasındaki fark şudur; yıldızlar parlak ve sıcaktır ve onları kendi ışıklarıyla görürüz, gezegenler ise görece daha soğuktur ve onları sadece etrafında dolandıkları, yakınlarındaki bir yıldızdan gelen ışığı yansıttıklarında görürüz. Bu fark görünen o ki boyutlarındaki farklılıktan kaynaklanıyor. Görelim bakalım nasıl.

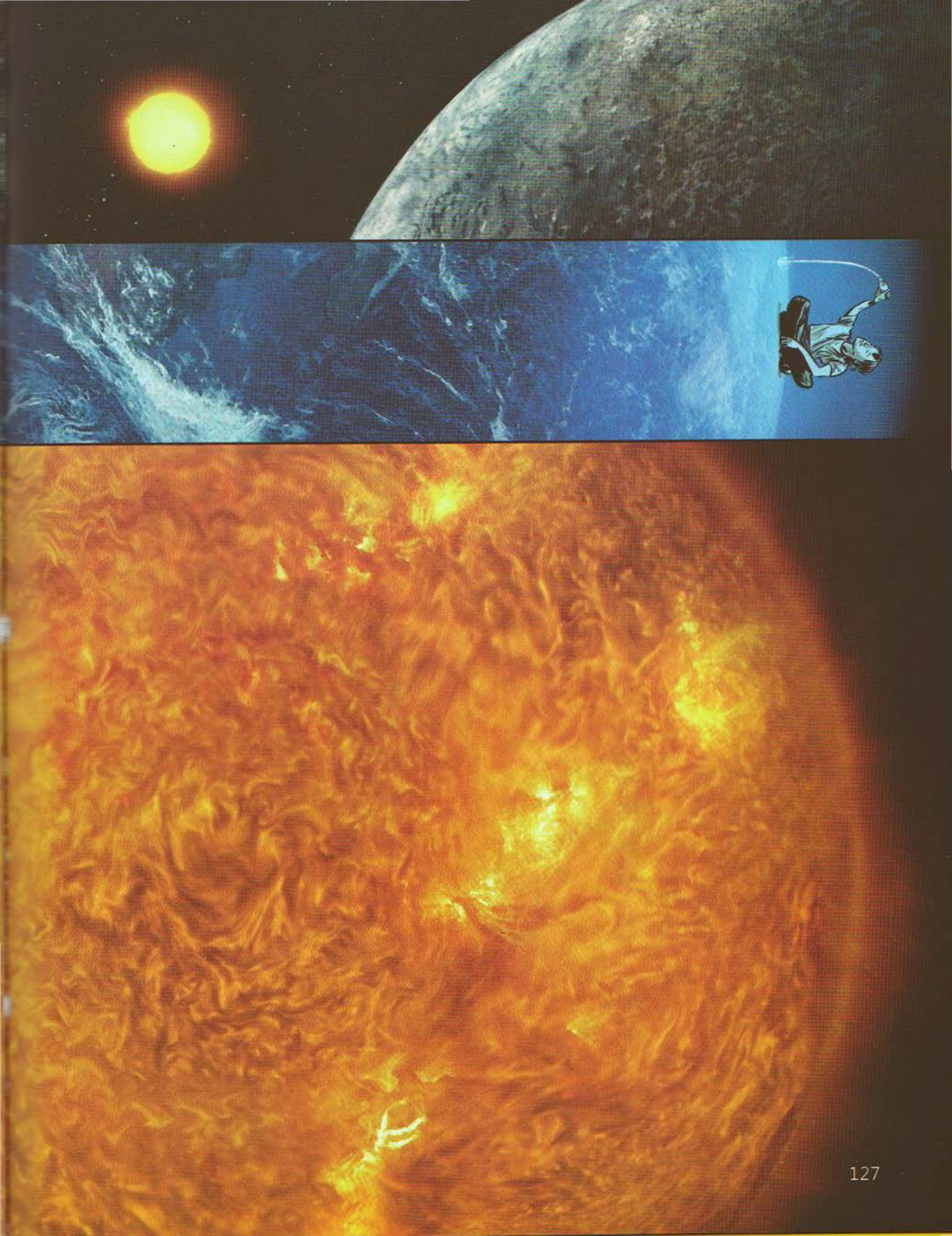
Bir cisim ne kadar büyürse, merkezine doğru olan çekim kuvveti de o kadar güçlü olur. Her şey diğer her şeyi çekim kuvvetiyle çeker. Hatta siz ve ben bile birbirimiz üzerinde bir kütle çekim kuvveti uyguluyoruz. Ancak bu çekim, söz konusu cisimlerden biri büyük olmadıkça fark edilemeyecek kadar zayıftır. Dünya büyüktür, dolayısıyla ona doğru bir çekim hissederiz ve herhangi bir şeyi bıraktığımızda "aşağı doğru" yani Dünya'nın merkezine doğru düşer.

Bir yıldız ise Dünya gibi bir gezegenden çok daha büyüktür, dolayısıyla kütle çekimi de çok daha güçlüdür. Büyük bir yıldızın merkezi çok büyük basınç altındadır çünkü devasa bir çekim kuvveti yıldızdaki her şeyi merkeze doğru çekmektedir. Yıldızın içindeki basınç arttıkça sıcaklık da artar. Sıcaklık gerçekten çok yüksek, sizin ve benim hayal bile edemeyeceğimiz kadar yüksek hale geldiğinde yıldız bir nevi yavaş işleyen bir hidrojen bombası gibi davranarak çok büyük miktarlarda ısı ve ışık saçmaya başlar ve böylece gece gökyüzünde onları parlarken görebiliriz. Yoğun ısı, yıldızı balon gibi şişirme eğilimindedir ancak aynı zamanda kütleçekimi de onu büzmektedir. Isının dışarı doğru itmesiyle çekim kuvvetinin merkeze doğru çekmesi arasında bir denge vardır. Yıldız kendi ısı denetim sistemine sahiptir. Sıcaklaştıkça daha çok şişer, şiştikçe merkezdeki maddenin kütlesi daha az yoğun bir hal alır ve böylece biraz ısı kaybeder. Bu da yıldızın tekrar küçülmeye başlaması anlamına gelir ve bunun sonucunda ısı tekrar artmaya başlar ve bu böyle devam eder. Sanki yıldız atan bir kalp gibi kalkıp iniyormuş gibi anlattım, ama aslında öyle değil. Bunun yerine boyutu ortada bir yerde, o büyüklükte kalmasını mümkün kılan sıcaklığa sahip olduğu noktada durur.

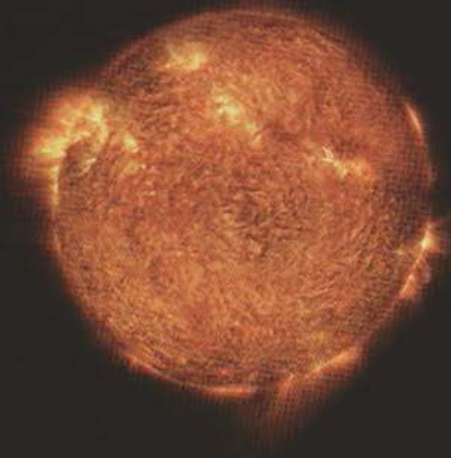








Güneşin de sadece diğerleri gibi bir yıldız olduğunu söyleyerek başlamıştım ama aslında birçok farklı tipte yıldız var ve bu yıldızlar çok farklı büyüklüklere sahipler. Bizim Güneş'imiz (aşağıda) çok büyük değil. Bize Güneş'ten sonra en yakın olan Proxima Centauri'den biraz büyük ama diğer başka yıldızlardan çok daha küçük.



Bildiğimiz en büyük yıldız hangisi? Bu onları nasıl ölçtüğünüze göre değişir. Boydan boya ölçüldüğünde en büyük olan yıldızın ismi VY Canis Majoris'tir. Bir uçtan öbür uca (çapı) bizim Güneş'imizden 2000 kez daha büyüktür. Güneş'in çapı da Dünya'nınkinin 100 katıdır. Ancak VY Canis Majoris'in kütlesi, koskoca boyutuna rağmen Güneş'inkinin sadece 30 katıdır. Eğer Güneş kadar yoğun olsaydı milyarlarca kat fazla kütlesi olması gerekirdi. Pistol Yıldızı ve daha yakın bir zamanda keşfedilen Eta Carinae ve R136a1 (pek akılda kalıcı bir isim değil) gibi yıldızların kütleleri Güneş'ten 100 kat, hatta daha bile fazladır. Güneş'in kütlesi de Dünya'nın kütlesinden 300.000 kat daha fazladır. Bu da Eta Carinae'nin kütlesinin Dünya'nınkinden 30 milyon kat fazla olduğu anlamına gelir.

Eğer R136a1 gibi devasa bir yıldızın gezegenleri varsa, ondan çok ama çok uzakta olmalıdırlar yoksa yanıp buharlaşmaları an meselesi olurdu. Çekim kuvveti o kadar büyüktür ki (çünkü kütlesi çok büyüktür) gezegenleri gerçekten de çok ama çok uzak olsalar da yörüngesinde kalabilirler. Eğer öyle bir gezegen varsa ve üzerinde herhangi biri yaşıyorsa, R136a1 muhtemelen onlara bizim Güneş'imizin bize gözüktüğü gibi görünecektir. Çünkü çok daha büyük olmasına rağmen aynı zamanda çok daha uzakta olacaktır. Tam da yaşamı desteklemek için gerekli miktarda olacaktır bu mesafe çünkü diğer türlü orada yaşam olmayacaktır zaten!



Bir yıldızın yaşam öyküsü

Ancak bırakın R136a1'in yörüngesindeki gezegenlerde yaşam olup olmadığını, yörüngesinde gezegen olduğu bile meçhuldür. Bunun nedeni aşırı derecede büyük yıldızların çok kısa ömürlü olmalarıdır. R136a1 büyük ihtimalle sadece bir milyon yıl yaşında, ki bu Güneş'in yaşının binde birinden az bir süre ve yaşamın evrilmesi için yeterli değildir.

Güneş daha küçük, daha "orta halli", milyarlarca yıllık (sadece milyonlar değil) uzun yaşam öyküsü boyunca birçok aşamadan geçmiş bir yıldızdır. Tıpkı bir çocuğun büyüyüp yetişkin olması, ardından orta yaşlarını sürmesi ve sonunda yaşlanıp ölecek olması gibi. Orta halli yıldızlar çoğunlukla hidrojenden yani tüm elementlerin en basitinden (bakınız 4. bölüm) oluşur. Yıldızın iç kısmındaki bu "yavaş işleyen hidrojen bombası", devasa miktarlarda ısı, ışık ve diğer radyasyon tipindeki biçimlerde enerjiyi açığa çıkararak hidrojeni helyuma (Yunan güneş tanrısı Helios'tan ismini alan bir şey daha) yani ikinci en basit elemente dönüştürür. Bir yıldızın büyüklüğünün, ısının dışa doğru itmesiyle, kütle çekiminin merkeze doğru çekiminin bir dengesinin sonucu olduğunu söylediğimi hatırlıyor musunuz? İşte bu denge, yıldızın milyarlarca yıl boyunca kendini yiyip bitirip sonunda yakıtının bitmesine kadar aşağı yukarı bozulmadan kalır. Daha sonra ise, kütle çekimin karşı konulmaz etkisi sonucu yıldız genellikle kendi içine göçer ve bu noktada kızılca kıyamet kopar (kıyamet anını daha iyi hiçbir şey anlatamaz herhalde).



Bir yıldızın yaşam öyküsü astronomların küçük bir kesitinden fazlasını gözlemleyemeyeceği kadar uzundur. Neyse ki, gökyüzünü teleskoplarıyla tarayan astronomlar her biri gelişiminin farklı aşamalarında birçok yıldız bulabilirler: bunların kimisi bizim Güneş'imizin de bundan dört buçuk milyar yıl önce olduğu gibi gaz ve toz bulutlarından oluşma evresinde olan "bebek" yıldızlar, çoğu bizim Güneş'imiz benzeri orta yaşlı yıldızlar; bazısı bundan birkaç milyar yıl sonra bizim Güneş'imizin başına gelecekler hakkında fikir veren yaşlı ve ölmekte olan yıldızlardır. Astronomlar farklı büyüklüklerdeki ve yaşam döngülerinin farklı basamaklarındaki birçok yıldızdan bir "müze" kurmuşlardır. Bu "müzedeki" her bir eser diğerlerinin bir zamanlar neye benzediğini ya da ileride neye benzeyeceğini gösterir.

Bizim Güneş'imiz gibi sıradan bir yıldız eninde sonunda hidrojenini bitirir ve az önce anlattığım gibi hidrojen yerine helyum "yakmaya" başlar (tırnak işaretlerini koydum çünkü buna gerçekten yakmak denemez, çok daha sıcak bir işlem bu). Bu noktada yıldız "kırmızı dev" olarak adlandırılır. Güneş yaklaşık beş milyar yıl sonra bir kırmızı dev haline gelecek, yani bu demek oluyor ki şu an aşağı yukarı yaşam döngüsünün ortalarında olmalı. O vakitler gelmeden çok daha önce bizim zavallı küçük gezegenimiz yaşamak için çok sıcak bir hal alacak. İki milyar yıl içinde Güneş şimdikinden yüzde 15 daha parlak olacak, bu da Venüs bugün nasılsa iki milyar yıl sonra Dünya'nın öyle olacağı anlamına geliyor. Venüs'te kimse yaşayamaz çünkü orada sıcaklık 400 santigrat dereceden fazladır. Ama iki milyar yıl oldukça uzun bir süre ve insanlar çok çok büyük bir ihtimalle o günler gelmeden çok önce yokolacaklar, böylece kavrulacak kimse olmayacak. Ya da belki de teknolojimiz o kadar ilerlemiş olacak ki Dünya'nın yörüngesini daha yaşanabilir bir mesafeye çekme imkanımız olacak. Daha sonra yani helyum da bittikten sonra, Güneş ardında beyaz cüce denen soğuyup solacak bir çekirdekten başka bir şey bırakmayıp, çoğunlukla toz ve kalıntılardan oluşan bir bulut arasında kaybolacak.

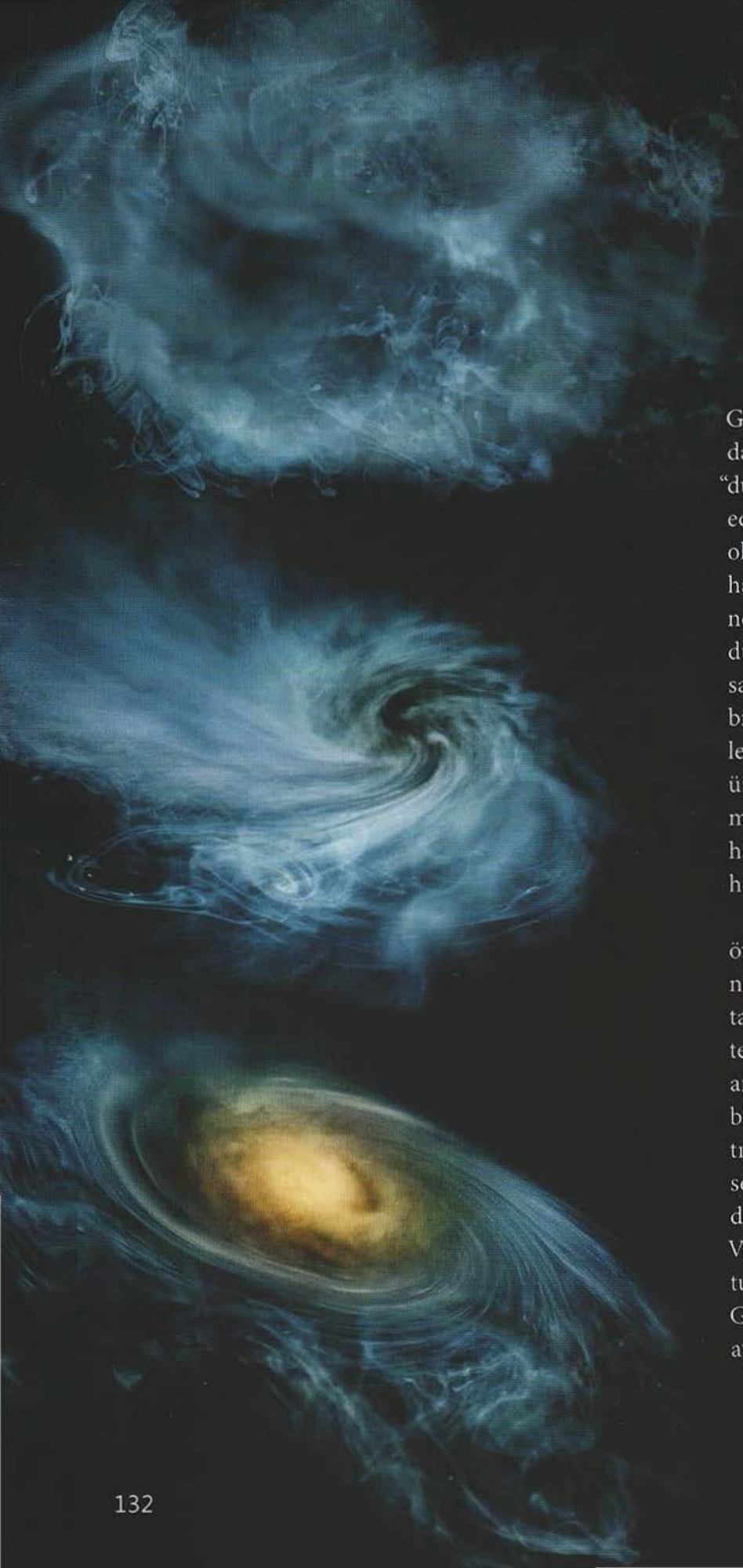


Süpernovalar ve yıldız tozu

Az önce bahsettiğimiz dev yıldızlar gibi bizim Güneş'imizden çok daha büyük ve sıcak olan diğer yıldızlar için hikaye daha farklı sonlanıyor. Bu canavarlar hidrojenlerini daha da çabuk "yakarlar" ve onların nükleer "hidrojen bombası" fırınları, hidrojen çekirdeklerini çarpıştırarak helyum çekirdeklerine dönüştürmekten daha fazlasını yaparlar. Büyük yıldızların fırınları ne kadar sıcak olursa, yıldızlar o kadar farklı çeşitte olan daha ağır atomlar oluşturabilirler. Bu daha ağır olan atomlara Dünya'da ve bizim bedenlerimizde bol miktarda bulunan karbon, oksijen, azot ve (en ağırı olmak üzere) demir de dahildir. Göreceli olarak kısa bir zaman sonra, bu kadar büyük yıldızlar kendilerini süpernova patlaması denen devasa bir patlamayla yokederler ve bu patlamalarda demirden daha ağır olan atomlar ortaya çıkar.

Eta Carinae yarın bir süpernova olarak patlayacak olsa ne olurdu? Bu gelmiş geçmiş en büyük patlama olurdu. Ama merak etmeyin bundan önümüzdeki 8000 yıl boyunca haberimiz olmazdı çünkü Eta Carinae ile aramızdaki uzaklık için ışığın katetmesi gereken mesafe budur (ve hiçbir şey ışıktan hızlı hareket etmez). Peki ya Eta Carinae bundan 8000 yıl önce patladıysa? İşte o zaman bu patlamadan kaynaklanan ışık ve diğer radyasyon bize her an ulaşabilir. Bunu gördüğümüz an Eta Carinae'nin 8000 yıl önce patlamış olduğunu anlayacağız. Tarih boyunca sadece 20 kadar süpernova patlaması kayda alınmıştır. Büyük Alman bilimci Johannes Kepler 9 Ekim 1604'te bu patlamalardan bir tanesini görmüştür. Bu sayfadaki en son resim söz konusu patlamanın kalıntılarını bugün gördüğümüz haliyle gösteriyor ve kalıntılar Kepler'in ilk gördüğü andan bugüne dek yayılmış durumda. Patlamanın kendisi 20.000 yıl önce, aşağı yukarı Neandertal insanlarının soylarının tükendiği zamanlarda gerçekleşmiş.

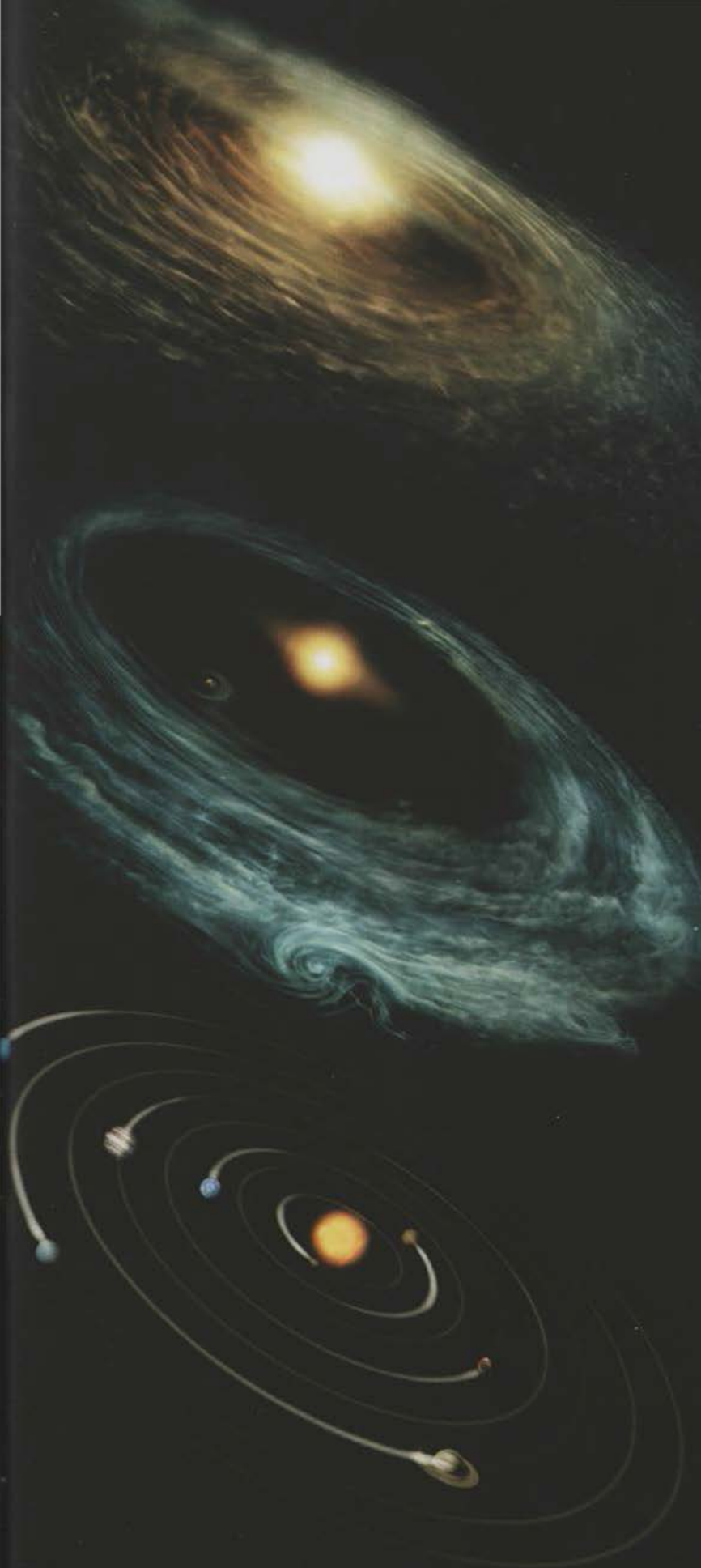
Süpernovalar sıradan yıldızlardan farklı olarak, örneğin kurşun ve uranyum gibi demirden bile ağır elementleri ortaya çıkarabilirler. Muazzam süpernova patlamaları, yaşam için gerekli olanlar da dahil olmak üzere önce yıldızın sonra da süpernovanın oluşturduğu elementleri uzayın derinliklerine ve uzak noktalarına doğru saçarlar. Eninde sonunda ağır elementlerce zengin toz bulutu yeniden döngüye girer ve yeni yıldızlar ve gezegenler yapmak üzere yoğunlaşmaya başlar. Bizim gezegenimizdeki maddelerin geldiği yer budur, aynı zamanda varolmamızı sağlayan karbon, azot, oksijen ve benzeri elementleri içermesinin nedeni de budur. Bu elementler bir zamanlar evreni aydınlatan ve çoktan sönüp gitmiş süpernova patlamasından artakalan tozdan gelirler. O şairane "bizler yıldız tozuyuz" lafının geldiği yer de budur. Bu gerçekten de doğru. Ara sıra (ama oldukça nadir) meydana gelen süpernova patlamaları olmasaydı, yaşam için gerekli elementler de olmayacaktı.



Etrafında dönüp durmak

Güneş'in tüm gezegenlerinin, Dünya da dahil olmak üzere, yörüngelerinin aynı "düzlemde" olduğu gerçeğini gözardı edemeyiz. Bu ne anlama geliyor? Teorik olarak, bir gezegenin yörüngesinin herhangi bir açıda eğik olabileceğini düşünebilirsiniz. Ancak güneş sistemimizde durum bu değildir. Güneş sisteminde, sanki ortasında Güneş olan görünmez bir disk varmış da diğer tüm gezegenler, merkezden farklı uzaklıklarda olmak üzere o disk üzerinde hareket ediyorlarmış gibi bir durum söz konusudur. Dahası, tüm gezegenler Güneş etrafında hep aynı yönde dönerler.

Neden? Çünkü büyük ihtimalle öyle başladılar da ondan. Haydi önce dönüş yönünü ele alalım. Güneş sisteminin tamamı, yani Güneş ve gezegenler, muhtemelen bir süpernova patlamasından arta kalanlar olarak yavaş yavaş dönen bir gaz ve toz bulutu olarak ortaya çıktılar. Evrende serbest salınan neredeyse tüm cisimlerin yaptığı gibi, bu bulut da kendi ekseni etrafında dönmekteydi. Ve evet, tahmin ettiğiniz gibi bu bulutun dönme yönü, bugün gezegenlerin Güneş'in etrafındaki dönme yönleriyle aynı.

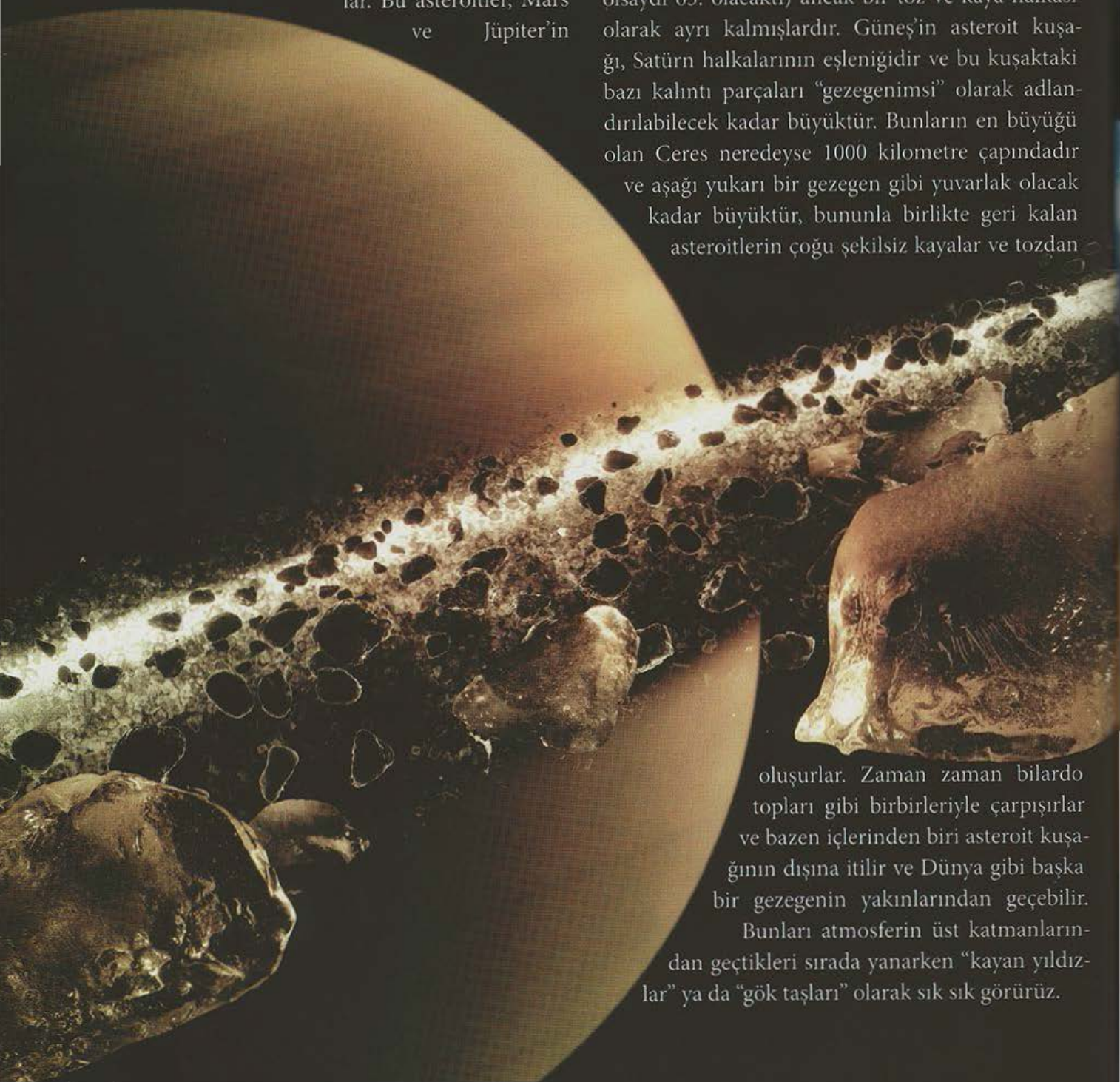


Şimdi gelelim tüm gezegenlerin neden bu "diskin" üzerinde "aynı düzlemde" bulunduklarına. Detayına girmeyeceğim ama bilim insanlarının oldukça iyi anladıkları karmaşık kütle çekimsel nedenlerden ötürü, dönmekte olan büyük bir gaz ve toz bulutu, merkezinde muazzam bir kütle bulunacak şekilde dönen bir disk haline gelme eğilimindedir. Görünen o ki bizim güneş sistemimiz için de aynısı geçerli. Toz, gaz ve küçük madde kümeleri, gaz ve toz olarak kalmazlar. Kütle çekimi, bu bölümün başında bahsettiğim şekilde onları komşularına doğru çeker. Bu kümeler komşularına katılarak daha büyük madde kümeleri oluştururlar. Kümenin boyutu büyüdükçe uyguladığı kütle çekim kuvveti de artar. Böylece dönen diskimizde, büyük kümeler daha küçük komşularını da kendilerine katarak daha da büyürler.

Diğerlerine nazaran en büyük küme, merkezde konumlanmış ve Güneş'i oluşturmuştur. Daha küçük kümeleri kendilerine çekebilecek kadar büyük olan ve Güneş tarafından yutulmayacak kadar ondan uzakta bulunan diğer kümeler gezegenleri meydana getirmişlerdir. Güneş'e en yakından en uzağa doğru sıralayacak olursak Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün olmak üzere. Eskiden bu listede Plüton da yer alıyordu ancak günümüzde gezegen olmak için çok küçük sayıldığından bu listeden çıkarılmıştır.

Asteroidler ve kayan yıldızlar

Farklı koşullar altında, Mars ve Jüpiter'in yörüngeleri arasında bir başka gezegen daha oluşabilirdi. Ancak diğer türlü bir araya gelip bu ilave gezegeni oluşturacak olan küçük parçalar, büyük ihtimalle Jüpiter'in baskın kütle çekimsel varlığı tarafından engellendiler ve asteroit kuşağı dediğimiz bir yörüngeye oturmuş kalıntılar halkası olarak kaldılar. Bu asteroitler, Mars ve Jüpiter'in yörüngeleri arasında bulunan ve eğer bir araya gelebilselerdi oluşturacakları diğer bir gezegenin olacağı yörüngede, bir halka halinde cirit atmaktadırlar. Satürn'ün etrafındaki ünlü halkalar da keza benzer bir sebepten ötürü oradadırlar. Bir araya gelip bir başka uydu oluşturabilirlerdi (Satürn'ün zaten 62 tane uydusu bulunur, bu da olsaydı 63. olacaktı) ancak bir toz ve kaya halkası olarak ayrı kalmışlardır. Güneş'in asteroit kuşağı, Satürn halkalarının eşleniğidir ve bu kuşaktaki bazı kalıntı parçaları "gezegenimsi" olarak adlandırılabilecek kadar büyüktür. Bunların en büyüğü olan Ceres neredeyse 1000 kilometre çapındadır ve aşağı yukarı bir gezegen gibi yuvarlak olacak kadar büyüktür, bununla birlikte geri kalan asteroitlerin çoğu şekilsiz kayalar ve tozdan



oluşurlar. Zaman zaman bilardo topları gibi birbirleriyle çarpışırlar ve bazen içlerinden biri asteroit kuşağının dışına itilir ve Dünya gibi başka bir gezegenin yakınlarından geçebilir. Bunları atmosferin üst katmanlarından geçtikleri sırada yanarken "kayan yıldızlar" ya da "gök taşları" olarak sık sık görürüz.





Daha nadiren, bir göktaşı atmosferdeki zorlu sınavından sağ çıkarak yeryüzüne çarpacak kadar büyük olabilir. 9 Ekim 1992'de, atmosferi geçen büyükçe bir tuğla boyutlarındaki bir göktaşı New York, Peekskill'de bir arabaya çarptı. 30 Temmuz 1908'de çok daha büyük, bir ev büyüklüğündeki bir göktaşı ise Sibirya'nın üzerinde patlayarak geniş alanlarda büyük orman yangınlarına sebep oldu.

Bilimciler artık, günümüzde Orta Amerika'da bulunan Yukatan'a 65 milyon yıl önce düşerek büyük bir afete neden olan ve muhtemelen dinozorların ölümüyle sonuçlanan çok daha büyük bir göktaşına dair kanıtlara sahipler. Yapılan hesaplara göre bu yıkıcı çarpışma sonucu açığa çıkan enerji, dünyadaki tüm nükleer bombaların aynı anda Yukatan'da patlatılması sonucu açığa çıkacak olan enerjinin bile yüzlerce katıydı. Bu çarpışma sonucu dünyanın her yerinde yıkıcı depremler, görülmemiş büyüklükte tsunamiler ve orman yangınları olmuş, oluşan yoğun toz ve duman tabakası Dünya'nın yüzeyini yıllarca karartmıştı.

Dolayısıyla gün ışığına ihtiyaç duyan bitkiler ve bitkilere ihtiyaç duyan hayvanlar açlıktan öldüler. Şaşırtıcı olan, dinozorların neden öldükleri değil, bizim atalarımız olan memelilerin nasıl hayatta kaldığıdır. Belki de küçük bir topluluk yeraltında uykuya yatarak hayatta kalabildi.

Hayatımızın ışığı

Bu bölümü gün ışığının yaşam için öneminden bahsederek tamamlamak istiyorum. Evrende başka bir yerde yaşam olup olmadığını bilmiyoruz (bu soruyu başka bir bölümde ele alacağım) ama bildiğimiz bir şey var, eğer orada bir yerde yaşam varsa çok büyük ihtimalle bir yıldızın yakınındadır. Ayrıca bizim benzerimiz olan bir yaşam biçimi varsa, o yaşam biçiminin bulunduğu gezegen ile gezegenin yıldızı arasındaki görünür mesafenin, muhtemelen bizim gezegenimiz ile Güneş arasındaki kadar olacağını söyleyebiliriz. "Görünür mesafe" sözüyle, yaşam biçiminin algıladığı mesafeyi kastediyorum. Yani gerçekteki mesafe, süper dev yıldız R136a1 örneğinde gördüğümüz gibi çok daha fazla olabilir. Ama eğer o yaşam biçimlerinin güneşi onlara, bizim güneşimizin bize göründüğü boyda görünüyorsa, yani gelen ısı ve ışık miktarı hemen hemen aynıysa, görünürdeki mesafe aynı olacaktır.

Neden yaşam bir yıldıza yakın olmalı? Çünkü tüm yaşam biçimlerinin enerjiye ihtiyacı vardır ve yıldız ışığı bariz bir enerji kaynağıdır. Dünya'da bitkiler gün ışığını toplayarak diğer canlıların kullanabileceği hale getirirler. Yani bitkiler gün ışığıyla besleniyor denebilir. Havadan aldıkları karbondioksit, topraktan aldıkları su ve mineraller gibi başka şeylere de ihtiyaçları vardır. Ama enerjiyi gün ışığından alırlar ve bu enerjiyi, yapmaları gereken diğer her şeyi çalıştıran bir çeşit yakıt olan şekeri üretmek için kullanırlar.

Siz enerji harcamadan şeker üretemezsiniz. Bir kez şekere sahip oldunuz mu, onu "yakarak" tekrar enerji elde edebilirsiniz ama onu üretmek için harcadığınız enerjinin tamamını asla geri alamazsınız çünkü bir kısmı bu süreç esnasında kayba uğrar. "Yakmak" dediğimizde alevli, dumanlı bir yanma kastetmiyoruz. Bir yakıtı sahiden ateşle yakmak, ondan enerji elde etme yollarından sadece biridir. Enerjiyi küçük paketler halinde, yavaşça ve işe yarar bir şekilde açığa çıkarmanın daha kontrollü yolları da var.

Yeşil bir yaprağı, tüm yüzeyi büyük bir güneş paneli olan ve güneş ışınlarını yakalayıp elde ettiği enerjiyi çatısının altındaki montaj hattını çalıştırmak için kullanan bir fabrika gibi düşünebilirsiniz. Yaprakların ince ve düz olmalarının sebebi, onlara güneş ışınlarını yakalayabilecekleri büyük bir yüzey kazandırmaktır. Fabrikanın ürettiği ürün ise çeşitli tiplerdeki şekerlerdir. Üretilen şekerler, çeşitli damarlar aracılığıyla bitkinin geri kalan kısımlarına iletilir. Bu kısımlarda enerjiyi şekerden daha iyi depolamanın bir yolu olan nişasta gibi başka maddeler üretilir. Sonunda nişastadan ya da şekerden, bitkinin diğer kısımlarının yapımı için enerji açığa çıkarılır.

Bitkiler, antiloplar ya da tavşanlar gibi otçullar (yani bitki yiyen canlılar) tarafından yenildiklerinde, enerji, yine birtakım kayıplara uğrayarak otçullara geçer. Otçullar bu enerjiyi bedenlerini



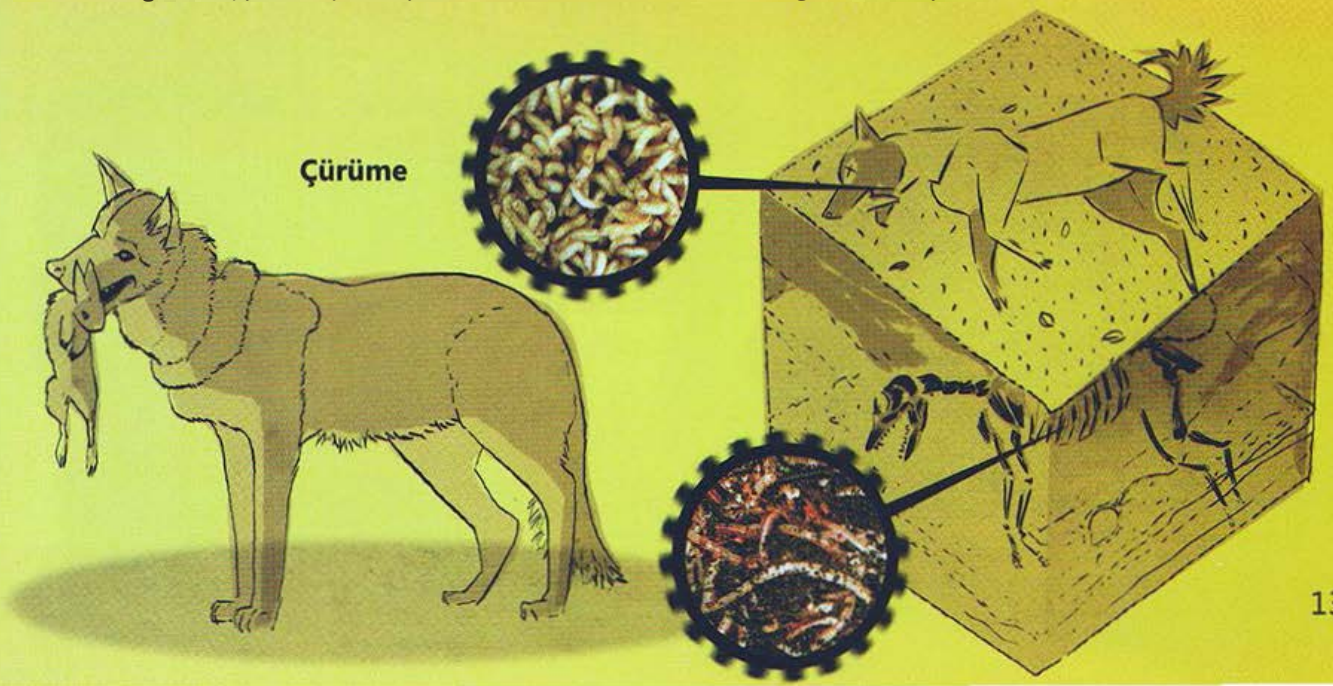
geliştirmek ve gündelik işleri sırasında kaslarını çalıştırmak için kullanırlar. Bu gündelik işlere, daha başka birçok bitkiyi otlamak ve yemlenmek de dahildir. Otçulların yürürken, yemek yerken, kavga ederken ve çiftleşirken kullandıkları kasları çalıştıran enerji, bitkiler aracılığıyla en nihayetinde güneşten gelir.

Diğer hayvanlar, yani etçiller ise otçulları yerler. Enerji bu sefer de (yine bu esnada kayba uğramak suretiyle) etçillere geçmiş olur ve bu enerji de etçillerin kaslarını kendi gündelik işleri için çalıştırmaları sırasında kullanılır. Bu işlere çiftleşmek, kavga etmek, ağaçlara tırmanmak, memeliler özelinde yavrularına süt üretmek gibi diğer işlere ek olarak, yenecek olan otçulları kovalamak da dahildir. Enerji etçillere çok dolaylı bir yoldan ulaşmış olsa da güneş hâlâ nihai enerji kaynağıdır. Ve bu dolambaçlı yolun her basamağında kayda değer miktarda enerji kaybı olur. Kaybolan bu enerji, ısı enerjisi olarak açığa çıkar ve evrenin geri kalanını ısıtmak gibi gereksiz bir göreve katkıda bulunur.

Başka hayvanlar, yani parazitler ise hem otçulların hem de etçillerin bedenleri üzerinden beslenirler. Burada da nihai enerji kaynağı güneştir ve yine tamamı kullanılamayan enerjinin bir bölümü ısı enerjisi olarak kaybolur.

Son olarak, ister bitki ister otçul ister etçil isterse parazit olsun, bir canlı öldüğünde böcekler gibi leşçiller tarafından yenir ya da bakteri ve mantarlar gibi leşçiller, çürükçüller tarafından hazmedilerek çürürler. Bir kez daha güneşten gelen enerji el değiştirmiştir ve bir kez daha enerjinin bir kısmı ısı olarak kaybolmuştur. Gübre yığınları bu nedenle sıcaktır. Gübre yığınlarındaki tüm ısı, nihayetinde yıllar önce güneş paneli yapraklar tarafından yakalanmış olan güneşten gelen enerjidir. Yumurtalarını kuluçkaya bırakmak için gübre yığınlarının ısısını kullanan çok ilginç Avustralasya çalıhindileri vardır. Yumurtalarının üzerlerine oturup onları vücut ısılarıyla ısıtan diğer kuşlardan farklı olarak, çalıhindileri yumurtalarını içine bırakacakları büyük bir gübre yığını oluştururlar. Gübre yığınının sıcaklığını, yığının üzerine daha çok çalı çırpı koyup ısıtarak ya da çalı çırpıyı yığından alıp soğutarak kontrol ederler. Ama tüm kuşlar, ister vücut sıcaklıklarıyla olsun ister bir gübre yığını yardımıyla, eninde sonunda yumurtalarını kuluçkaya yatırmak için güneş enerjisini kullanmış olurlar.

Bazen bitkiler yenmez ancak turba bataklıklarının dibine batarlar. Yüzyıllar boyunca üzerlerine yenileri eklendikçe bataklık katmanları halinde sıkıştırılırlar. Batı İrlanda ya da İskoçya adalarındaki insanlar bataklıkları kazıp, tuğla büyüklüğünde öbekler keserek, bunları yakıt olarak kışın evlerini ısıtmak için kullanırlar. Bir kez daha burada evleri ısıtmak ve yemek pişirmek için kullanılan enerjinin kaynağı, (bu kez) yüzyıllar evvel yakalanmış olan güneş enerjisidir.



Uygun koşullar altında ve milyonlarca yılın ardından, bataldıklar sıkışıp dönüşerek sonunda kömür haline gelebilir. Aynı miktar bataklık kömürü ve normal kömür karşılaştırıldığında, normal kömür daha verimli bir yakıttır ve çok daha yüksek bir derecede yanar. On sekizinci ve on dokuzuncu yüzyıllarda sanayi devrimini başlatan da kömür alevleri ve ocaklarıydı.

Çelik fabrikalarında ya da maden eritme ocaklarında kullanılan, trenleri raylarda gemileri denizlerde yürüten buharlı makineleri çalıştıran tüm o ısı aslında, 300 milyon yıl önce yaşamış bitkilerin yeşil yaprakları aracılığıyla güneşten gelir.

Sanayi devriminin kimi "karanlık şeytani makineleri" buhar gücüyle çalışırdı ama ondan önceki birçok pamuk makinesi su değirmenlerinden gelen enerjiyle çalıştırılırdı. Değirmen hızla akan bir nehrin kenarına kurulur, nehrin değirmenin üzerinden akması sağlanırdı. Bu su değirmeni, fabrikayı bir uçtan öbür uca kateden büyük bir aksı ya da mili döndürürdü. Mil boyunca bantlar ve dişliler, çeşitli iplik eğirme ve çırçır makinelerini, dokuma tezgahlarını çalıştırırdı. Bu makineler bile nihayetinde güneş enerjisiyle çalışırdı. Nasıl mı?

Su değirmenleri, yerçekiminin etkisiyle bayıraşağı çekilen su tarafından çalıştırılır. Ama bu ancak, yükseklerden gelen devamlı bir su kaynağı olması durumunda mümkündür. Su, bulutlardan yağış olarak gelir ve dağların tepelerine yağar. Bulutlar ise sularını, Dünya'nın denizleri, gölleri, nehirleri ve su birikintilerinden buharlaşan sudan karşılarlar. Buharlaşma için enerjiye ihtiyaç vardır ve işte bu enerji güneşten gelir. Yani eğirme makinelerinin ve dokuma tezgahlarının bantları ve çarklarını çalıştıran su değirmenlerini döndüren enerji eninde sonunda yine güneşten gelir.

Pamuk fabrikaları daha sonraları kömür yakan buhar sistemlerine geçtiğinde yine nihai olarak güneşten gelen enerjiyi kullanmışlardır. Ancak fabrikalar tamamen buhar gücüne geçmeden önce, ara bir basamaktan geçtiler. Tezgahları çalıştıracak olan büyük su değirmenini kullanmaya devam ettiler ama suyu yukarıdaki bir depoya pompalamak için bir buhar makinesi kullandılar. Yukarıda, depoda bulunan su, değirmeni döndürdükten sonra depoya geri pompalanmak üzere değirmene akıyordu. Yani su ister güneş tarafından bulutlara, isterse kömür yakan bir buhar makinesiyle yukarıdaki depoya çıkarılıyor olsun, gerekli enerji en başta hep güneşten gelir. Aradaki tek fark, buhar makinesi milyonlarca yıl önce bitkiler tarafından depolanmış güneş enerjisini kullanarak çalışırken; nehir üzerindeki değir-





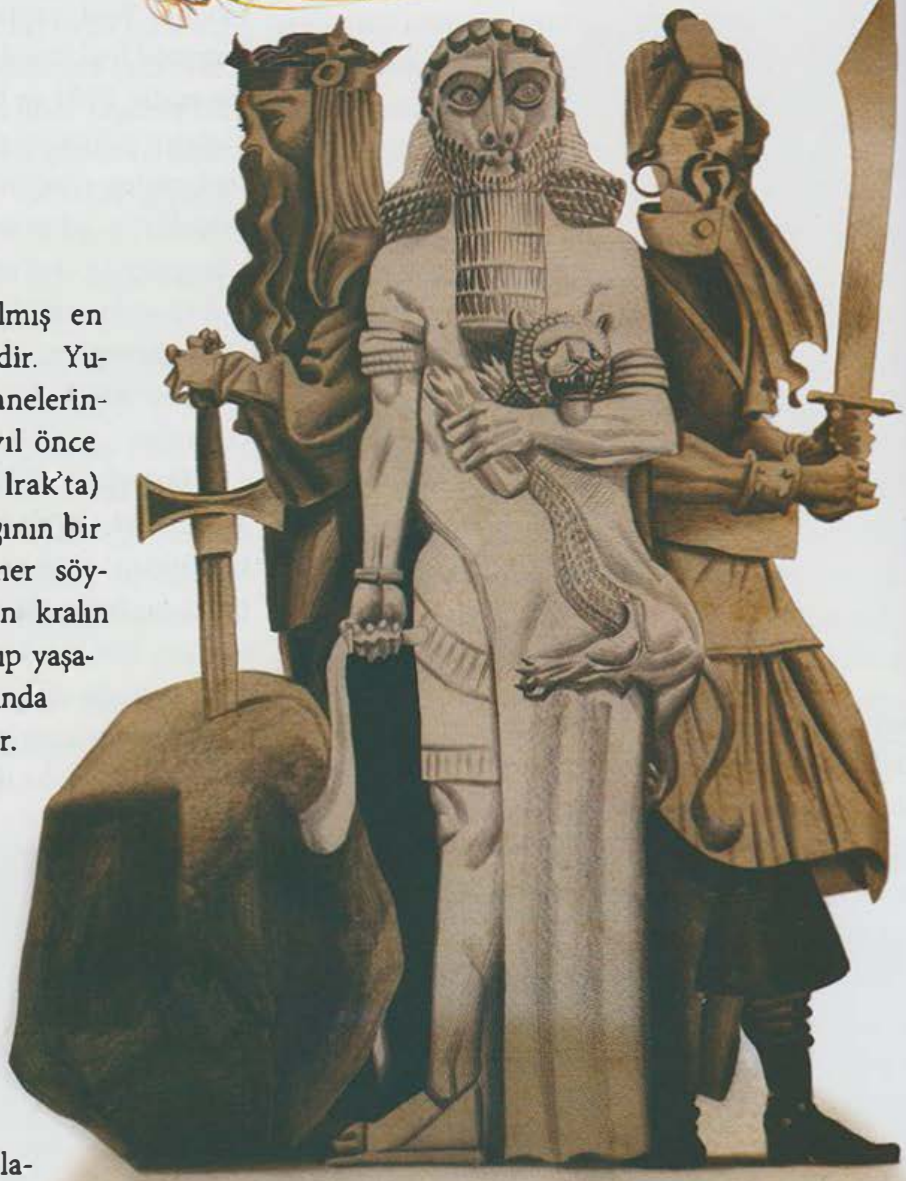
menin, sadece birkaç hafta önce yağmur olarak depolanıp tepelere yağan güneş ışığı tarafından döndürülüyor olmasıdır. Bu şekilde "depolanmış gün ışığına" potansiyel enerji denir çünkü suyun tepeden aşağıya, içindeki güçle akarak iş yapma potansiyeli vardır.

Bu bize yaşamın nasıl güneş tarafından beslendiğini gayet güzel anlatıyor. Bitkilerin gün ışığını şeker yapmak için kullanması, suyun dağın tepesine ya da fabrikanın çatısındaki depoya pompalanması gibidir. Bitkilerin (ya da bitkileri yiyen otçulların, ya da otçulları yiyen etçillerin) şekeri (ya da şekerden yapılan nişastayı ya da nişastadan yapılan eti) kullanmasını ise şekerin yanması olarak düşünebiliriz. Buharın fabrikadaki aksı döndürmesi için kömürün hızla yakılmasına benzer olarak şeker de kasları hareket ettirmek için yavaşça yakılır.

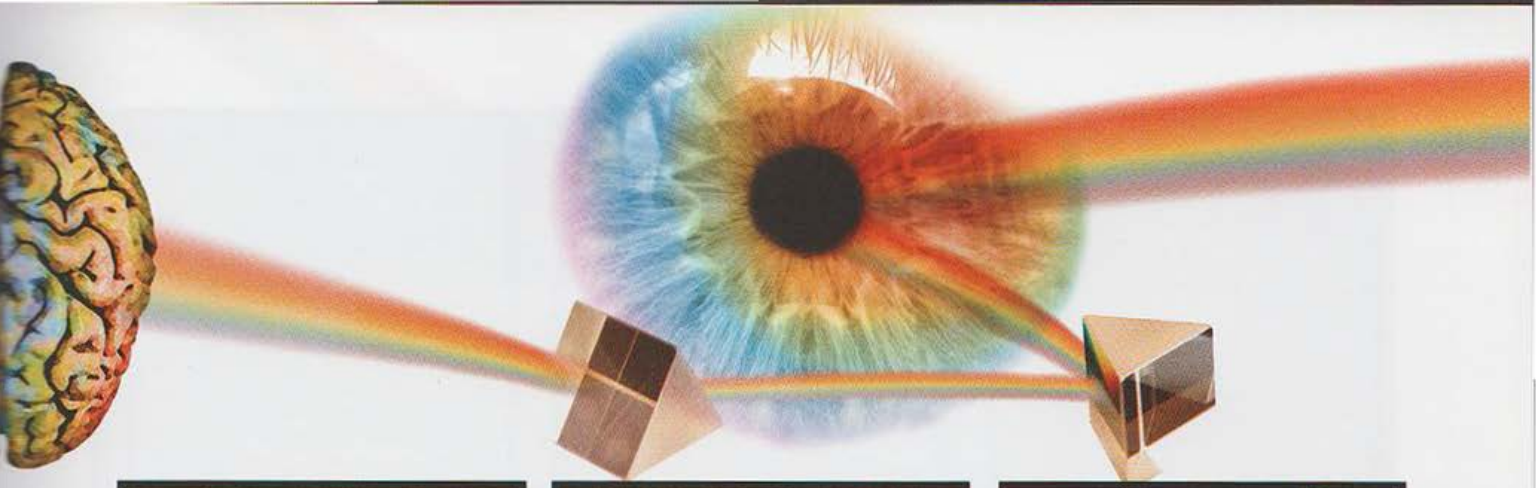
Şekeri ve diğer besin yakıtlarını salıiden ateşe verip yakmanın bize bir faydası dokunmaz! Ateşle yakmak, güneşin depolanan enerjisini kullanmanın savurgan ve yokedici bir yoludur. Hücrelerimizde gerçekleşen yakma işlemi o kadar yavaş o kadar kontrollüdür ki, sanki su tepeden damlalar halinde inip bir dizi değirmeni döndürüyor gibidir. Yeşil yapraklardaki güneşten beslenen kimyasal tepkime de, suyu tepeye pompalamanın bir eşidir. Bitki ve hayvan hücrelerinde (örneğin kasların çalışması gibi) enerji harcayan kimyasal tepkimeler, enerjiyi dikkatlice kontrol edilen basamaklarla, adım adım alırlar. Şekerler gibi yüksek enerjili yakıtlar, enerjilerini birçok aşamada, birbiri ardına sıralanmış minik şelalelerden düşerek ilerleyen bir akıntı gibi her biri birbirini takip eden bir dizi kimyasal tepkime sonrasında açığa çıkarırlar.

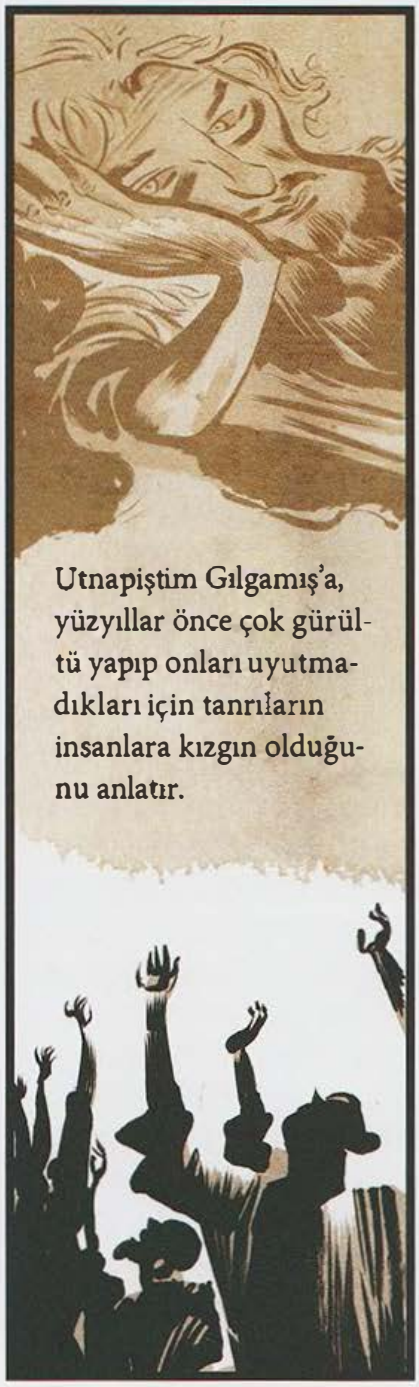
Detaylar ne olursa olsun, yaşamın tüm su değirmenleri, çarkları ve aksları nihayetinde güneş tarafından beslenir. Eski insanlar yaşamın güneşe bu kadar bağlı olduğunu bilselerdi belki de güneşe daha bile fedakarca tapınırlardı. Şimdi merak ediyorum da diğer yıldızların kaçı yörüngelerindeki gezegenlerde yaşamı besliyordur acaba? Ancak bu konu daha ileriki bir bölümü bekleyecek.

7 Gökkuşağı nedir?



GILGAMIŞ DESTANI yazılmış en eski hikayelerden biridir. Yunanların ve İbranilerin efsanelerinden de eski, 5000 ila 6000 yıl önce Mezopotamya'da (şimdiki Irak'ta) hayat bulmuş Sümer uygarlığının bir söylencesidir. Gılgamış, Sümer söylencesindeki büyük kahraman kralın adıdır, kimse gerçekten yaşayıp yaşamadığını bilmiyor ama hakkında yazılmış çok sayıda hikaye var. Yunan kahraman Odysseus (Ulysses) ve Arap kahraman Denizci Sinbad gibi Gılgamış da destansı yolculuklara çıkar, bu yolculuklarda birçok ilginç şey ve insanlarla karşılaşır. Gılgamış'ın karşılaştığı insanlardan bir tanesi, Gılgamış'a kendisi hakkında tuhaf bir öykü anlatan yaşlı (çok, çok yaşlı, yüzlerce yıl yaşında) bir adam olan Utnapiştim'di. Aslında öyküsü Gılgamış'a tuhaf görünmüştü ama size çok da tuhaf görünmeyebilir çünkü büyük ihtimalle bu öykünün benzerini duydunuz . . . ama başka bir isimde, başka bir adam hakkında.





Utnapiştim Gılgamış'a, yüzyıllar önce çok gürültü yapıp onları uyutmadıkları için tanrıların insanlara kızgın olduğunu anlatır.



Baş tanrı Enlil herkesi yokedecek bir sel felaketi göndermelerini önerir, böylece tanrılar güzel bir gece uykusu çekebileceklerdir. Ama su tanrısı Ea, Utnapiştim'i uyarmaya karar verir. Ea Utnapiştim'e evini yıkıp bir gemi yapmasını söyler.



Bu gemi çok büyük olmalıdır çünkü Utnapiştim'in "yaşayan tüm canlıların tohumlarını" gemiye alması gerekmektedir.

Utnapiştim tam da vaktinde yani yağmur altı gün altı gece durmadan yağmazdan evvel gemiyi bitirir. Devamında gelen sel, gemide güvende olmayan diğer herkesi ve her şeyi sular altında bırakır. Yedinci günde rüzgar hafifler ve sular durulur.





Utnapiştim her tarafı sımsıkı kapatılmış gemide bir kepenk açar ve bir güvercini serbest bırakır. Güvercin bir kara parçası bulmak için etrafa bakınır ancak bulamayıp geri döner. Utnapiştim bu sefer bir kırlangıcı salar ama yine bir şey bulamaz.

Sonunda Utnapiştim bir kuzgun salar. Kuzgun geri dönmez. Utnapiştim bir yerlerde bir kara parçası olduğunu ve kuzgunun onu bulduğunu anlar.



Sonunda gemi bir dağ tepesinde karaya oturur. İştar denen diğer bir tanrı, tanrıların daha başka korkunç sel felaketi göndermeyeceği sözünün bir göstergesi olarak ilk gökkuşağını yaratır. İşte Sümerlilerin antik efsanesine göre gökkuşağı böyle oluşmuştur.

Hikayenin size tanıdık geleceğini söylemiştim. Hıristiyan, Yahudi veya Müslüman ülkelerde yetişen çocuklar, bir iki ufak tefek farklılık haricinde bu hikayenin, Sümer efsanesinden daha yeni bir hikaye olan Nuh'un Gemisi hikayesiyle aynı olduğunu hemen fark edeceklerdir. Gemiyi yapanın adı değişir, Utnapiştim değil Nuh olur. Eski efsanenin birden fazla olan tanrıları Yahudi hikayesinin tek tanrısı haline gelir. "Yaşayan tüm canlıların tohumları" lafı "yaşayan her candan iki tane" diye geçmeye başlar ki bu da Gılgamış destanının kastettiği şeyle aynıdır. Aslında açıkça görülüyor ki Yahudi hikayesi olan Nuh, Utnapiştim efsanesinin yeni bir versiyonundan başka bir şey değil. Bu hikaye yıllarca etrafta dolaşan ve kulaktan kulağa yayılan bir halk söylencesi. Görünürde çok eski olan efsanelerin, genelde kendilerinden bile eski olan başka efsanelerden kimi bazı isimlerin ve detayların değişmesiyle türediğini görürüz. Bu hikayenin iki versiyonu da gökkuşağıyla bitiyor.

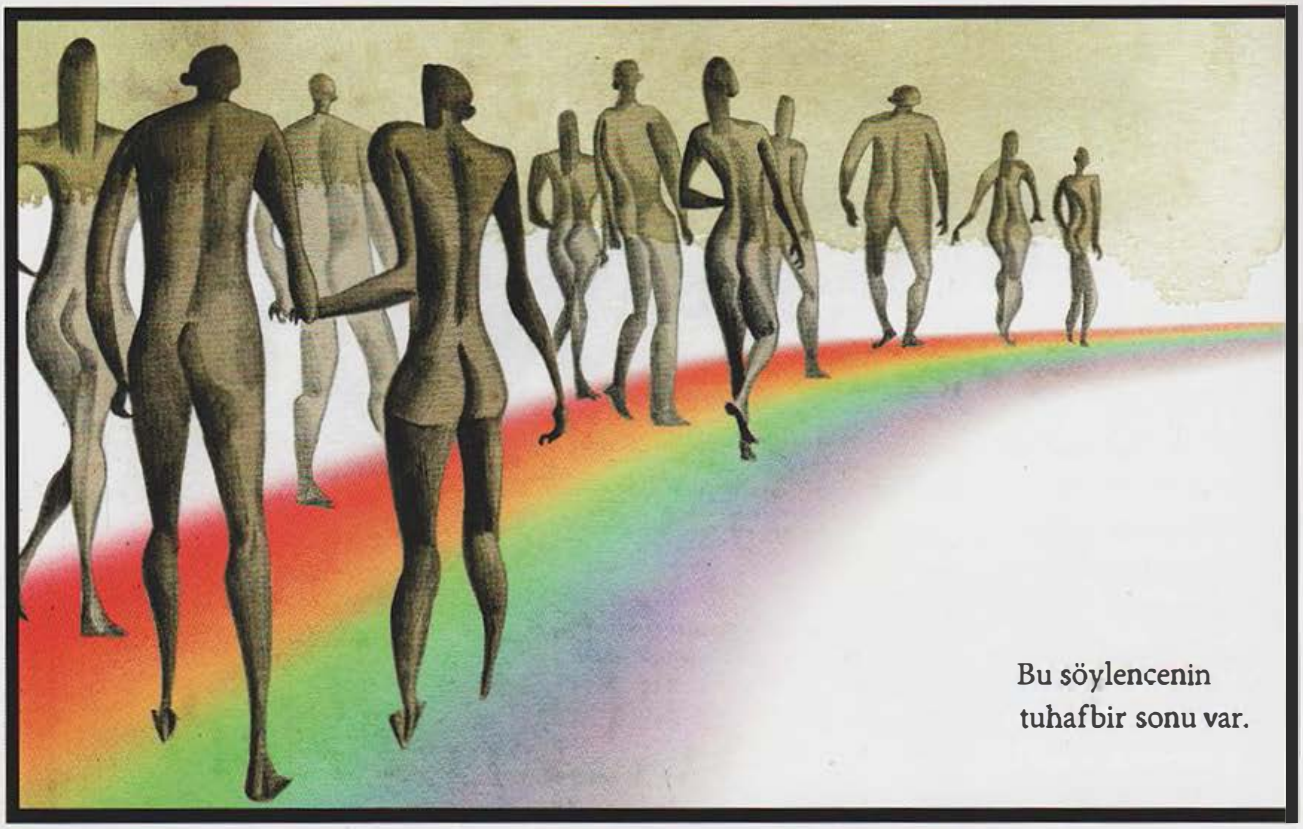


Hem Gılgamış destanında hem de Yaratılış Kitabı'nda, gökkuşağı söylencenin önemli bir parçasıdır. Yaratılış Kitabı gökkuşağının, Tanrı tarafından Nuh ve Nuh'un soyuna verdiği sözün bir göstergesi olarak gökyüzüne yerleştirildiğini belirtir.

Nuh'un hikayesiyle, daha eski olan Utnapiştim'in Sümer hikayesi arasında bir farklılık daha var. Hikayenin Nuh versiyonunda Tanrı'nın insanlardan duyduğu memnuniyetsizliğin nedeni hepsinin iyileştirilemez derecede günahkar olmasıdır. Sümer hikayesinde insanlığın suçunun bundan daha hafif olduğunu düşünebilirsiniz. O kadar gürültü yapmışız ki tanrılar uyuyamamış! Bence komik bir durum. Gürültücü insanların tanrıları uyutmayışları mevzusu, tamamen bağımsız olarak Kaliforniya sahili yakınındaki Santa Cruz Adası'nın Chumash topluluğunun söylencelerinde de beklenmedik şekilde karşımıza çıkar.

Chumash insanları kendilerinin, Gökyüzü Yılanı ile evli olan Yeryüzü tanrıçası Hutaş tarafından, büyülü bir bitkinin tohumları olarak bulundukları adada yaratıldıklarına inanırlardı, ancak adanın adı o zamanlar Santa Cruz değildi çünkü bu İspanyolca bir isim. (Bugün biz Gökyüzü Yılanı'nı Samanyolu olarak biliyoruz. Onu ışık kirliliğinin fazla olduğu şehirlerde değil ancak şehirden uzakta çok karanlık gecelerde görebilirsiniz.) Adadaki insanların sayısı çok arttı ve tıpkı Gılgamış Destanı'nda olduğu gibi tanrıça Hutaş'ın rahatı için fazla gürültülü olmaya başladılar. Adadaki curcuna geceleri Hutaş'ın uyumasına engel oldu. Ancak Hutaş, Sümer ve Yahudi tanrıları gibi insanları öldürmek yerine daha merhametli bir yol seçti. Hepsini adadan, onları duyamayacağı anakaraya kovalamaya karar verdi. Anakaraya geçebilmeleri için onlara bir köprü yaptı. Ve bu köprü . . . evet, gökkuşağının ta kendisiydi!





Bu söylencenin tuhaf bir sonu var.





Gökkuşağı köprüsünü geçerlerken, gürültücülerden bazıları aşağıya baktılar ve yükseklikten o kadar korktular ki başları döndü.



Gökkuşağının üzerinden denize düştüler ve yunuslara dönüştüler.



Gökkuşağı başka söylencelerde de karşımıza çıkar. Eski İskandinav (Viking) söylencelerinde, gökkuşakları tanrıların gökyüzünden yeryüzüne inmek için kullandıkları kırılgan köprüler olarak görülürdü.



İran, Batı Afrika, Malezya, Avustralya ve Amerika'dan birçok insan gökkuşağının, yağmur içmek için yeraltından çıkan büyük bir yılan olduğuna inanırdı.



Tüm bu efsaneler nasıl başlar merak ediyorum. Onları kim uydurur, neden bazı insanlar sonunda bunların gerçekten olmuş olduğuna inanır? Bunlar çok ilginç ve cevaplaması kolay olmayan sorular. Ama bizim cevaplayabileceğimiz bir soru var: bir gökkuşağı nedir *gerçekten*?

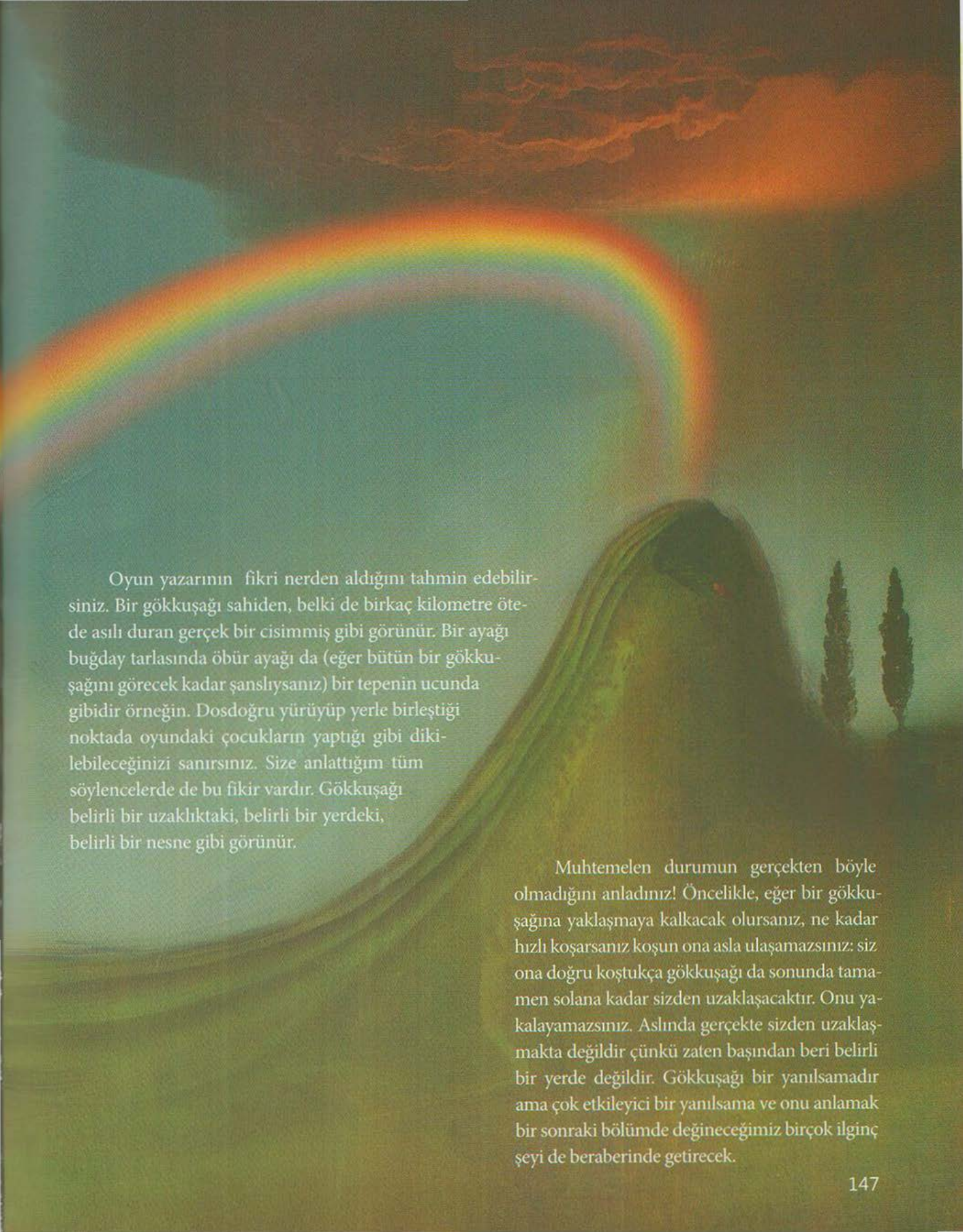
Gökkuşağının gerçek büyüsü

On yaşlarındayken, beni Londra'ya *Gökkuşağının Bittiği Yer* isimli bir çocuk oyununu görmeye götürmüşlerdi. Oyunda günümüz tiyatrolarında artık gösterilmeyecek kadar demode bir yurtseverlik işleniyordu. İngiliz olmanın ne kadar özel olduğundan bahseden, İngiltere'nin (Britanya değil; İskoçya, Galler ve İrlanda'nın kendi koruyucu melekleri ayrıca vardır) koruyucu meleği Aziz George tarafından kurtarılmış çocukların başından geçenlerle ilgili bir oyundu. Ama oyuna dair hatırladığım en canlı anı, Aziz George değil gökkuşağının kendisiydi. Oyundaki çocuklar gerçekten gökkuşağının bittiği yere gidiyorlardı ve onları gökkuşağının yerle birleştiği kısmın ortasında yürürlerken görüyorduk. Oyun, yukarıdan gelip sisin içinden geçen renkli spot ışıklarıyla ve büyülenmiş bir biçimde ortalıkta dolaşan çocuklarla akıllıca sahneye konmuştu. Sanırım tam bu sırada ışıl ışıl zırhı ve gümüş miğferiyle Aziz George görünmüştü ve biz gördüğümüz sahne karşısında nefeslerimizi tutarken sahnedeki çocuklar bağırmıştı:

"Aziz George! Aziz George! Aziz George!"



Ama benim hayal gücümü ele geçiren gökkuşağıydı. Boşverin Aziz George'u: dev bir gökkuşağının ayağının dibinde dolaşmak ne kadar harikadır kim bilir!



Oyun yazarının fikri nerden aldığını tahmin edebilirsiniz. Bir gökkuşağı sahiden, belki de birkaç kilometre ötede asılı duran gerçek bir cisimmiş gibi görünür. Bir ayağı buğday tarlasında öbür ayağı da (eğer bütün bir gökkuşağını görecek kadar şanslıysanız) bir tepenin ucunda gibidir örneğin. Dosdoğru yürüyüp yerle birleştiği noktada oyundaki çocukların yaptığı gibi dikilebileceğinizi sanırsınız. Size anlattığım tüm söylencelerde de bu fikir vardır. Gökkuşağı belirli bir uzaklıktaki, belirli bir yerdeki, belirli bir nesne gibi görünür.

Muhtemelen durumun gerçekten böyle olmadığını anladınız! Öncelikle, eğer bir gökkuşağına yaklaşmaya kalkacak olursanız, ne kadar hızlı koşarsanız koşun ona asla ulaşamazsınız: siz ona doğru koştukça gökkuşağı da sonunda tamamen solana kadar sizden uzaklaşacaktır. Onu yakalayamazsınız. Aslında gerçekte sizden uzaklaşmakta değildir çünkü zaten başından beri belirli bir yerde değildir. Gökkuşağı bir yanılsamadır ama çok etkileyici bir yanılsama ve onu anlamak bir sonraki bölümde değineceğimiz birçok ilginç şeyi de beraberinde getirecek.

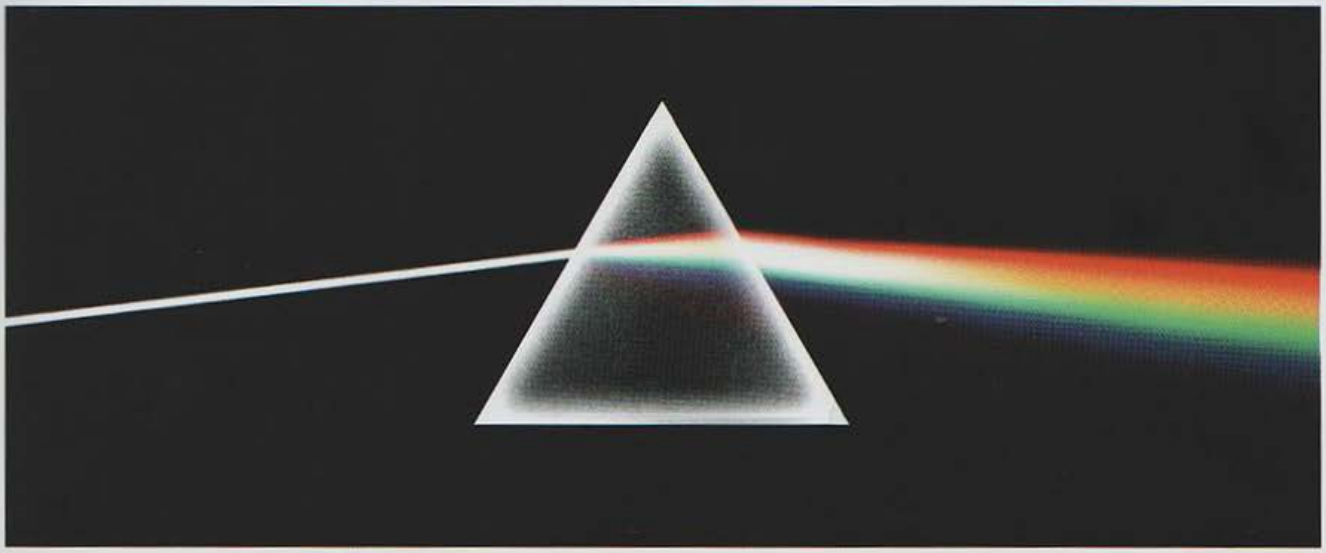
Işık neden yapılmıştır



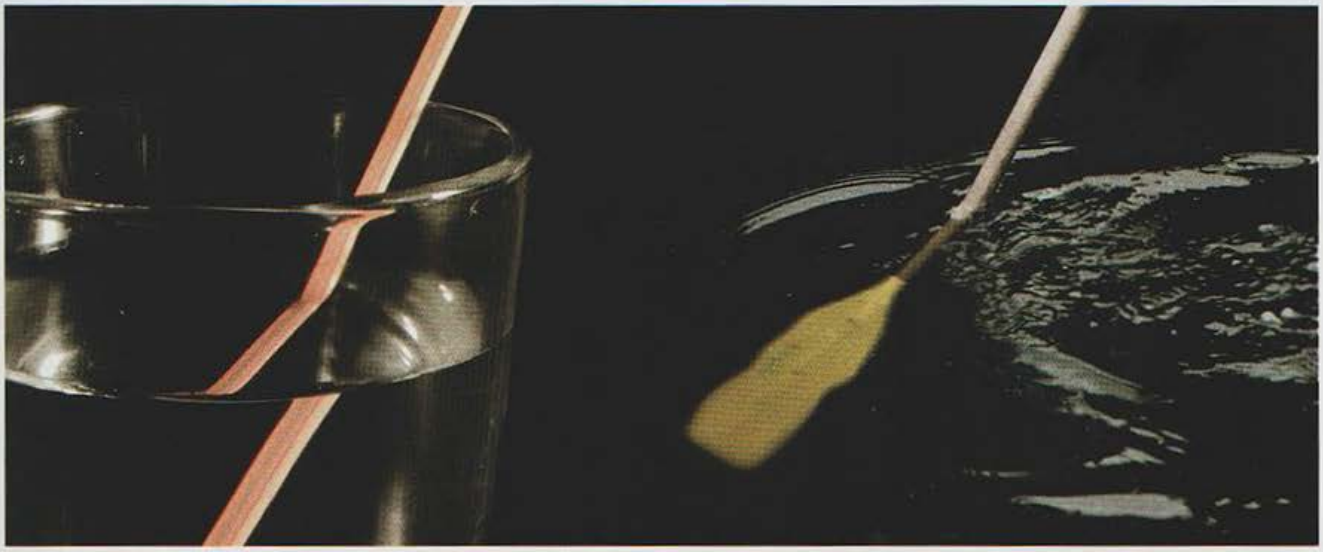
Öncelikle tayf denen şeyi anlamamız gerekiyor. Işık tayfı, Kral II. Charles döneminde, yani günümüzden 350 yıl kadar önce, gelmiş geçmiş en büyük bilimci denilebilecek Isaac Newton tarafından keşfedildi (Newton gece ve gündüzle ilgili bölümde gördüğümüz üzere daha başka birçok şey de keşfetmiştir). Newton, beyaz ışığın aslında farklı renklerin bir karışımı olduğunu keşfetmiştir. Bir bilimci için beyazın anlamı budur.

Peki Newton bunu nasıl buldu? Bir deney hazırladı. Önce odasını içeri ışık giremeyecek şekilde kararttı ve sonra perdede daracık bir yarık açtı, böylece bir kurşun kalem inceliğindeki beyaz günışığı huzmesi içeri girebildi. Daha sonra bu ışık huzmesinin, bir çeşit üçgensel cam parçası gibi düşünebileceğiniz prizmadan geçmesini sağladı.

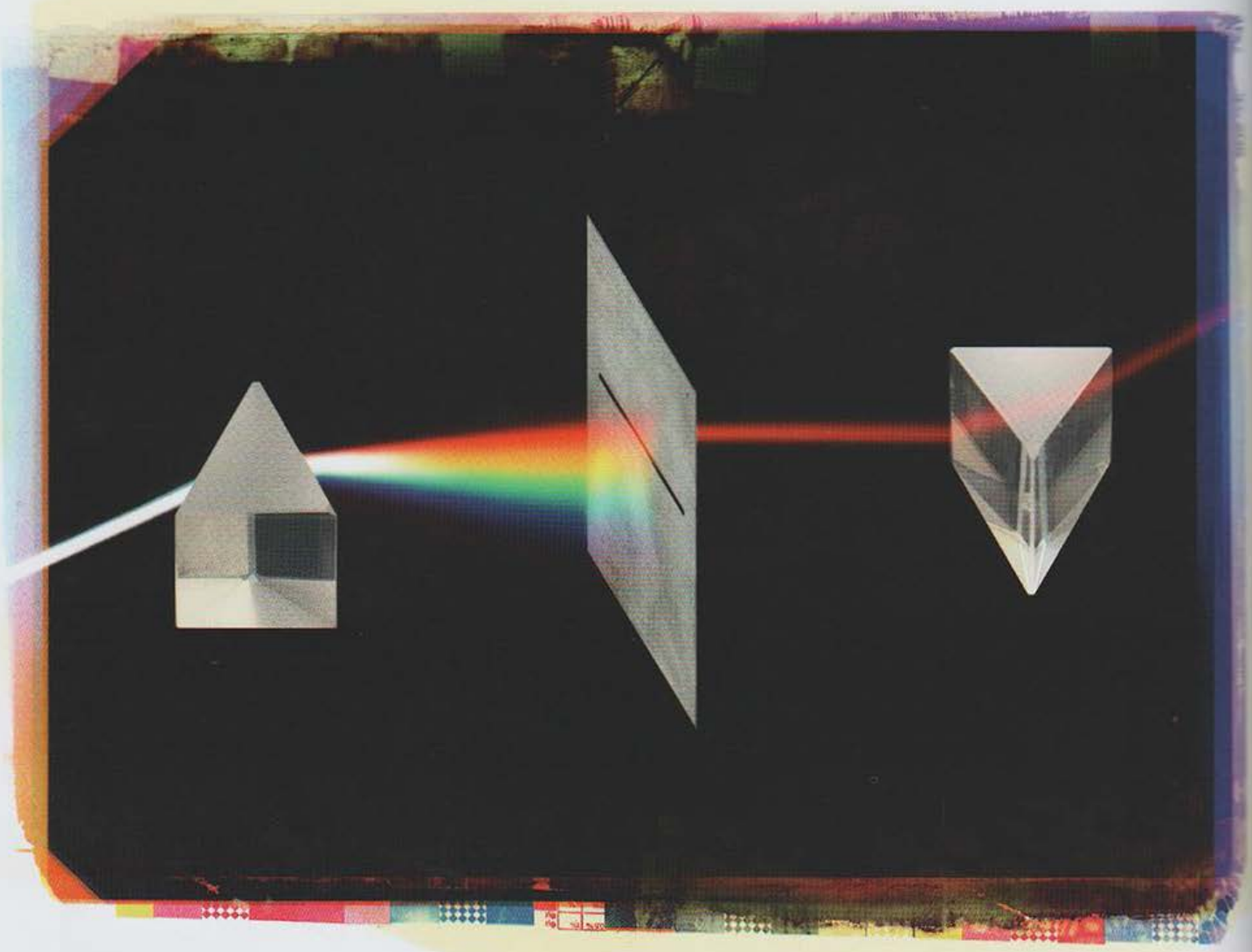
Prizmanın yaptığı iş, ince beyaz huzmeyi yaymaktır, ama prizmadan yayılarak çıkan huzme artık beyaz değildir. Bir gökkuşağı gibi çok renklidir ve Newton ortaya çıkardığı bu gökkuşağına bir isim vermiştir: tayf. Görelim bakalım nasıl çalışıyor bu tayf.



Bir ışık huzmesi havanın içinden seyahat eder, cama çarpar ve bükülür. Bu bükülmeye ışığın kırılması denir. Kırılma sadece cam yüzünden olmak zorunda değildir: su da aynı işi görür ve gökkuşağına geri döndüğümüzde bu ayrıntı önemli olacak. Bir küreği, nehre daldırdığınızda



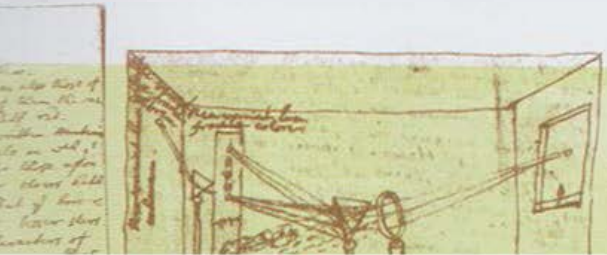
onu kırılmış gibi gösteren de ışığın kırılması olayıdır. Demek ki ışık cama ya da suya denk geldiğinde kırılıyormuş. Ama asıl nokta şu. Bu kırılma *açısı* rengine bağlı olarak ışıktan ışığa çok az farkeder. Kırmızı ışığın kırılma açısı, mavi ışıktan daha düşüktür. Yani eğer beyaz ışık Newton'un tahmin ettiği gibi gerçekten başka ışıkların karışımı ise beyaz ışığı prizma ile kırarsanız ne olur? Mavi ışık kırmızı ışıktan daha çok bükülecektir ve böylece bu iki renk ışık prizmanın öteki tarafından çıkarlarken birbirlerinden ayrılmış olacaklardır. İkisinin arasında ise sarı ve yeşil ışıklar ortaya çıkacaktır. Sonuç olarak Newton'un ışık tayfı oluşacaktır: yani gökkuşağındaki doğru sırasına göre sıralanmış tüm gökkuşağı renkleri: kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, mor.



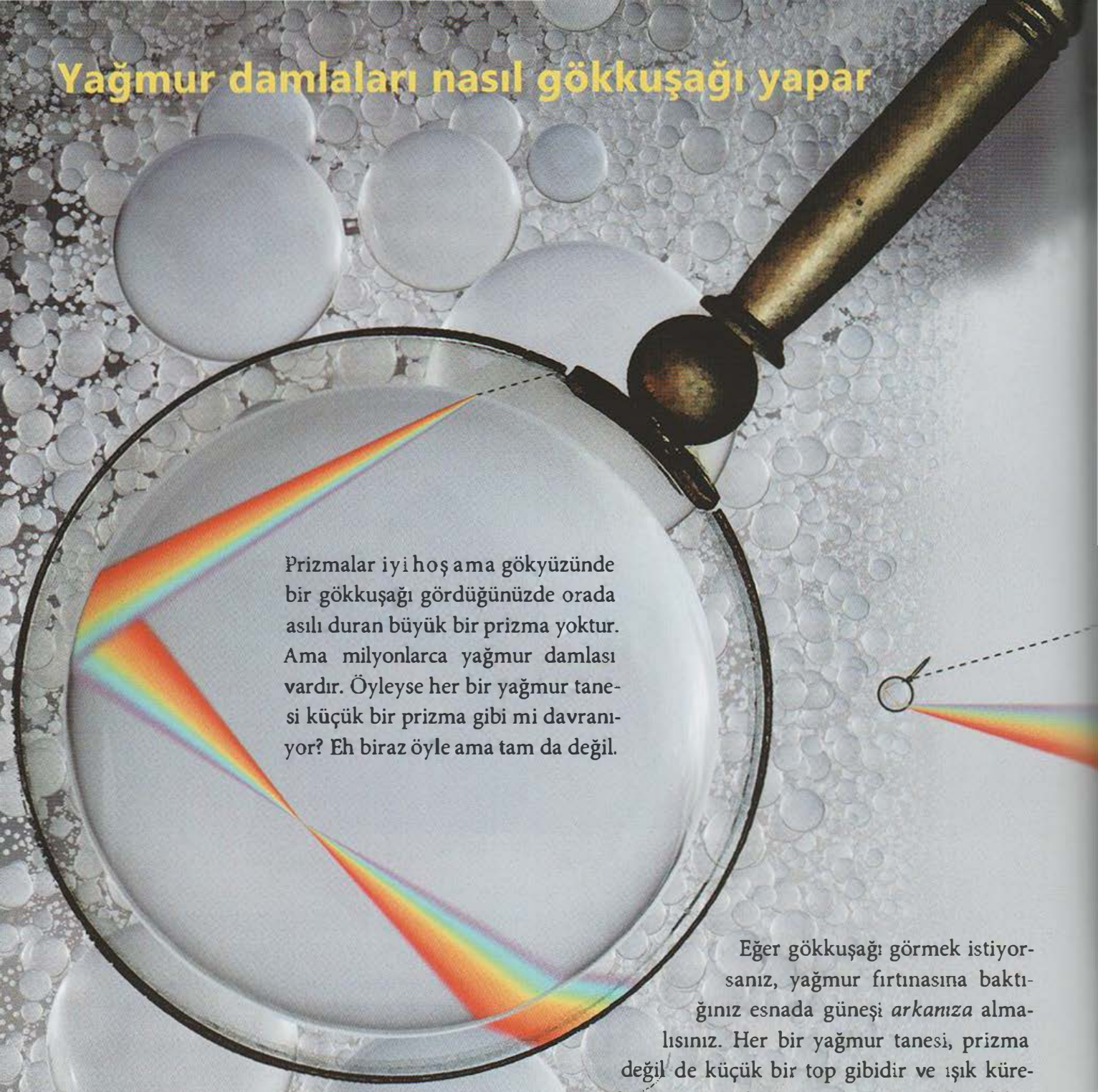
Newton bir prizma yardımıyla gökkuşağı ortaya çıkaran ilk kişi değildi. Başka insanlar da aynı sonucu çoktan gözlemlemişlerdi. Ancak birçoğu, sanki boya eklemişçesine, prizmanın bir şekilde beyaz ışığı "renklendirdiğini" düşünmüşlerdi. Newton'un fikri ise son derece farklıydı. Beyaz ışığın tüm renklerin bir karışımı olduğunu ve prizmanın tek yaptığının bunları birbirinden ayırmak olduğunu düşünmüştü. Haklıydı da ve bunu bir çift iyi düşünülmüş deneyle kanıtladı. İlk olarak, daha önce yaptığı gibi prizmayı aldı ve prizmanın arkasına dar bir yarığı olan bir levha yerleştirdi, bu yarıktan renkli huzmelerden sadece biri (örneğin sadece kırmızı huzme diyelim) geçebilecekti. Daha sonra bu dar, kırmızı ışık huzmesinin yolu üzerine bir prizma daha koydu. İkinci prizma da olması gerektiği gibi kırmızı ışığı büktü. Ancak prizmadan çıkan yine sadece kırmızı ışıktı. Eğer prizmalar boyar gibi ışığı renklendiriyor olsalardı görmeyi bekleyeceğiniz şekilde fazladan başka renkler eklenmemişti. Sonuç tam olarak Newton'un beklediği gibiydi ve beyaz ışığın başka ışıkların karışımı olduğu teorisini destekliyordu.

Üç prizma kullanarak gerçekleştirdiği ikinci deney daha da zekiceydi. Bu deney Newton'un Experimentum Crucis'i olarak adlandırılır. Bu sözcükler Latincedir ve "kritik deney" anlamına gelir ya da "tezi gerçekten çözüme bağlayacak olan deney" de diyebiliriz.

Yukarıdaki resmin solunda Newton'un perdesindeki yarıktan gelip prizmadan geçerek gökkuşağındaki renklere ayrılan beyaz ışığı görüyorsunuz. Dağılan gökkuşağı renkleri, daha sonra Newton'un ikinci prizmasından geçmeden önce onları bir araya toplamasını sağlayacak şekilde bir mercekten geçiyorlar. Daha sonra ikinci prizma, gökkuşağı renklerini tekrar beyaz ışığa çevirme görevi görüyor. Bu zaten gayet güzel bir şekilde Newton'un fikrini kanıtlamış olsa da tam olarak emin olmak için bu beyaz ışık huzmesini tekrar üçüncü bir prizmadan daha geçiriyor ve bu prizma bir kez daha beyaz ışık huzmesini gökkuşağı renklerine ayırıyor! Beyaz ışığın gerçekten de tüm renklerin karışımından oluştuğunu kanıtlamak için olabilecek en iyi şekilde düşünülmüş bir ispat bu.



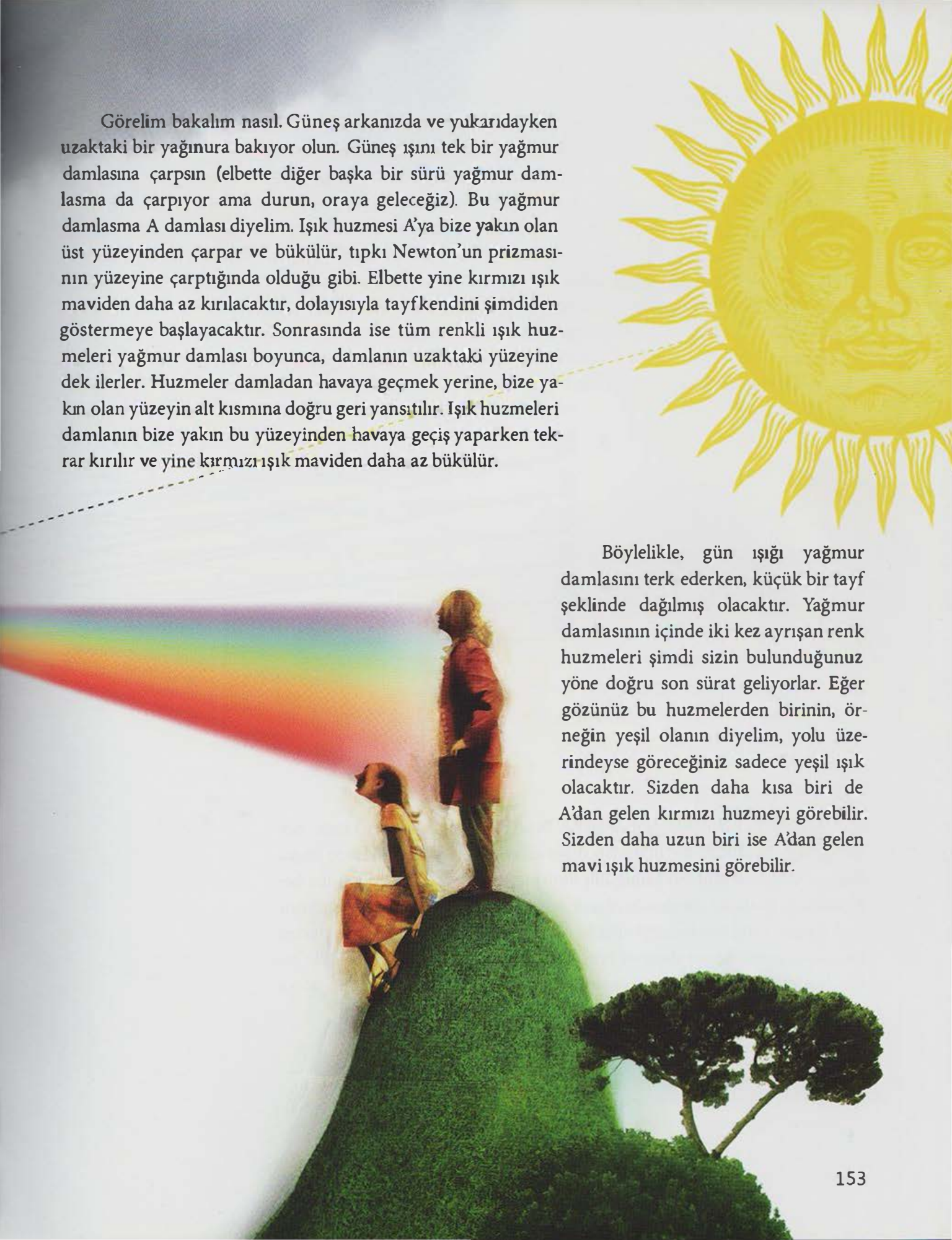
Yağmur damlaları nasıl gökkuşağı yapar



Prizmalar iyi hoş ama gökyüzünde bir gökkuşağı gördüğünüzde orada asılı duran büyük bir prizma yoktur. Ama milyonlarca yağmur damlası vardır. Öyleyse her bir yağmur tanesi küçük bir prizma gibi mi davranıyor? Eh biraz öyle ama tam da değil.

Eğer gökkuşağı görmek istiyorsanız, yağmur fırtınasına baktığınız esnada güneşi *arkanıza* almalısınız. Her bir yağmur tanesi, prizma değil de küçük bir top gibidir ve ışık kürelere çarptığında prizmaya çarptığından daha farklı davranır. Şöyle ki, yağmur damlasının uzakta olan kenarı bir ayna görevi görür. İşte bu yüzden gökkuşağı görmek isterseniz güneşi arkanıza almalısınız. Güneşten gelen ışık, her bir yağmur damlasının içinde takla atıp geriye ve aşağıya doğru yansıyacak, sizin gözlerinize çarpacaktır.

Görelim bakalım nasıl. Güneş arkanızda ve yukarıdayken uzaktaki bir yağmura bakıyor olun. Güneş ışını tek bir yağmur damlasına çarpsın (elbette diğer başka bir sürü yağmur damlasma da çarpıyor ama durun, oraya geleceğiz). Bu yağmur damlasma A damlası diyelim. Işık huzmesi A'ya bize yakın olan üst yüzeyinden çarpar ve bükülür, tıpkı Newton'un prizmasının yüzeyine çarptığında olduğu gibi. Elbette yine kırmızı ışık maviden daha az kırılacaktır, dolayısıyla tayf kendini şimdiden göstermeye başlayacaktır. Sonrasında ise tüm renkli ışık huzmeleri yağmur damlası boyunca, damlanın uzaktaki yüzeyine dek ilerler. Huzmeler damladan havaya geçmek yerine, bize yakın olan yüzeyin alt kısmına doğru geri yansıtılır. Işık huzmeleri damlanın bize yakın bu yüzeyinden havaya geçiş yaparken tekrar kırılır ve yine kırmızı ışık maviden daha az bükülür.



Böylelikle, gün ışığı yağmur damlasını terk ederken, küçük bir tayf şeklinde dağılmış olacaktır. Yağmur damlasının içinde iki kez ayrışan renk huzmeleri şimdi sizin bulunduğunuz yöne doğru son sürat geliyorlar. Eğer gözünüz bu huzmelerden birinin, örneğin yeşil olanın diyelim, yolu üzerindeyse göreceğiniz sadece yeşil ışık olacaktır. Sizden daha kısa biri de A'dan gelen kırmızı huzmeyi görebilir. Sizden daha uzun biri ise A'dan gelen mavi ışık huzmesini görebilir.

Kimse belli tek bir damladan tayfın bütününü göremez. Her biriniz sadece tek bir saf renk görür. Ama hepiniz tüm renkleriyle gökkuşağı gördüğünüzü söylersiniz. Peki ama nasıl? Şöyle ki, şimdiye kadar sadece A damlası dediğimiz tek bir yağmur damlasından bahsettik. Ancak milyonlarca yağmur damlası var ve hepsi aynı biçimde davranıyorlar. Siz A'nın kırmızı huzmesine bakarken, A'dan daha alçaktaki B damlası diyeceğimiz bir başka damla da mevcuttur. B'nin kırmızı huzmesini görmezsiniz çünkü B'den gelen kırmızı ışık sizin midenizin oralara bir yere denk gelir. Ama B'nin mavi huzmesi, gözünüze gelmek için tam olarak doğru yükseklik-tedir. A'dan alçakta ama B'den yüksekte başka yağmur damlaları da vardır. Bu damlaların kırmızı ve mavi huzmeleri gözünüze denk gelmeyebilir ama sarı veya yeşil huzmeleri gelir. Böylelikle bir araya gelen birçok yağmur tanesi, yukarıdan aşağıya çizgi halinde bütün bir tayfı oluşturabilirler.



Ancak bu bir gökkuşağı değildir. Peki gökkuşağının geri kalanı nerden gelir? Yağmurun bir ucundan diğer ucuna, tüm yüksekliklerde başka yağmur damlalarının var olduğunu unutmayın. Bu arada gördüğünüz her gökkuşağı, gözünüz merkezde olacak şekilde, bir daire oluşturma eğilimindedir, tıpkı hortumla bahçeyi sularken güneşin damlalar spreyinin içinden ışımasıyla gördüğünüz dairesel büsbütün gökkuşakları gibi. Genellikle bütün bir gökkuşağı görmüyor oluşumuzun tek nedeni, yeryüzünün araya girmesidir.

İşte bu yüzden bir an gökkuşağını görürsünüz. Ama diğer bir anda, tüm yağmur damlaları daha alçaktaki bir konuma düşmüş olacaklardır. Şimdi A, B'nin önceden olduğu yerdedir ve onun yeşil huzmesi yerine artık mavi huzmesini görmektesinizdir. B'nin ise hiçbir huzmesi size ulaşamamaktadır (ama ayağınızın dibindeki köpeğe ulaşabilir). Ve yeni bir yağmur damlası (daha önce huzmelerini göremediğiniz C damlası) şimdi A'nın önceden olduğu noktaya yerleşmiştir ve onun kırmızı huzmesini görebilmektesinizdir.



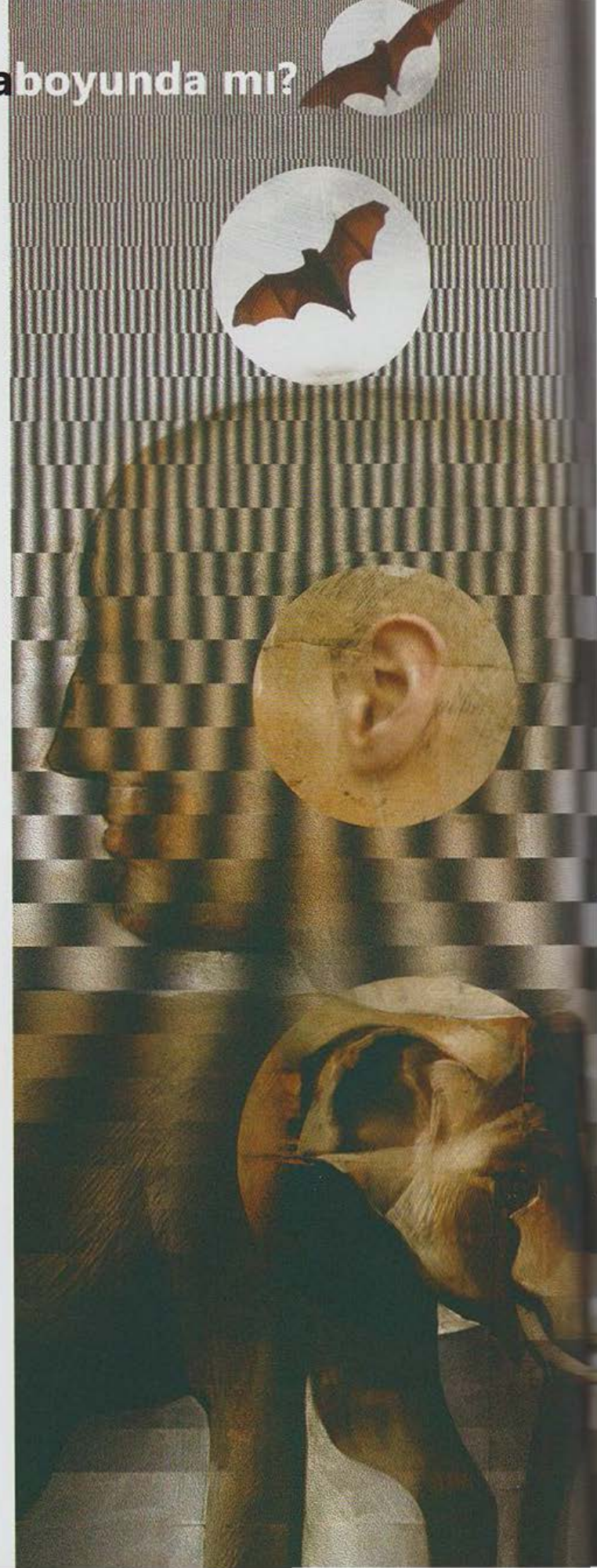
İşte bu sayede, onu oluşturan damlalar sürekli değişseler de bir gökkuşağı değişmeden kalıyormuş gibi görünür.

Doğru dalgaboyunda mı?

Şimdi de tayfın kendisinin, yani kırmızıdan, turuncuya, yeşile, maviye ve mora doğru sıralamanın gerçekte ne olduğuna bakalım. Kırmızı ışığın maviden daha düşük bir açıyla kırılmasına sebep olan nedir?

Işık titreşimler veya dalgalar olarak düşünülebilir. Tıpkı havadaki ses titreşimleri gibi, ışık da elektromanyetik titreşimlere sahiptir. Elektromanyetik titreşimin ne olduğunu açıklamaya çalışmayacağım çünkü bu çok zaman alacak (ayrıca kendim de bu konuyu tamamen anladığımdan emin değilim). Asıl nokta şu ki, ışık sesten çok farklı olsa da, tıpkı sesten bahsederken kullandığımız gibi yüksek frekanslı (kısa dalgaboylu) ve düşük frekanslı (uzun dalgaboylu) titreşimlerden bahsetmemiz mümkün. Soprano gibi tiz sesler yüksek frekanslı ya da kısa dalgaboylu dediğimiz titreşimlere sahiptir. Düşük frekanslı ya da uzun dalgaboylu dediğimiz sesler ise derin, kalın seslerdir. Bunların ışıktaki eşdeğeri ise şöyledir: kırmızı (uzun dalgaboyu) kalın yani bas ses, sarı bariton (bastan daha az kalın ve derin), yeşil tenor, mavi alto ve mor (kısa dalgaboyu) da soprano yani tiz sestir.

Bizim duyamayacağımız kadar tiz sesler vardır. Bunlara sesüstü (ultrasound) denir; yarasalar bu sesleri duyabilir ve onların yankılarını kullanarak yollarını bulabilirler. Bizim duyamayacağımız kadar düşük sesler de var. Bunlara da sesaltı (infrasound) denir; filler, balinalar ve bazı başka hayvanlar birbirleriyle iletişim kurmak için bu derin gurultuları kullanırlar. Biz insanların duyabileceği ses bandı, (yarasalar için değil ama bizim) duymamız için çok yüksek olan sesüstü ve (fillerin duyabileceği ama bizim duymamız için) çok alçak olan sesaltı sesler arasında ortada bir yerdedir.



Aynısı ışık için de geçerlidir. Sesötesi yarasa viyaklamalarının ışıktaki eşdeğeri morötesidir. Bizler morötesi ışığı göremesek de böcekler görebilir. Kimi çiçeklerin üzerinde, onları tozlaştırmaları için böcekleri cezbedecek çizgiler ya da başka desenler bulunur, bu desenler ancak morötesi dalgaboyunda görülebilir. Böcek gözleri onları görebilir ama bizim bu desenleri görülebilir ışık tayfına "çevirmemiz" gerekir. Sağda görülen akşamsefası çiçeği bize hiçbir deseni ve çizgisi olmayan sarı bir çiçek olarak görünür. Ama onu morötesi ışıkta fotoğraflayacak olursanız birden ortaya çıkan birçok çizgi görürsünüz. Alttaki resimdeki desenler gerçekte beyaz değil, morötesi. Ancak bizler morötesini göremediğimizden, deseni bizim algılayabileceğimiz bir renkte resmetmemiz gerekir ki görebilelim ve bu resmi yapan da siyah ve beyazı kullanmayı tercih etmiş. Mavi ya da herhangi başka bir rengi de kullanabilirdi.





Tayf, morötesinden sonra böceklerin bile göremeyeceği çok daha yüksek frekanslara doğru gitmeye devam eder. X-ışınları morötesinden bile daha "tiz" bir "ışık" olarak düşünülebilir. Ve gama ışınları daha da yüksek frekanslıdır.

Tayfın diğer bir ucundaysa, kırmızıyı böcekler göremez ama bizler görebiliriz. Kırmızıdan sonrasına ise "kızılötesi" denir. Bizler bu dalgaboyunu ısı olarak hissetsek de göremeyiz (yılanlar, avlarının yerini tespit edebilmek için kullandıkları kızılötesi dalgaboyuna özellikle hassastırlar). Sanırım bir arı kırmızıya "turuncu ötesi" diyebilir. Kızılötesinden daha derin "bas notalar" bazı şeyleri pişirmek için kullandığımız mikrodalgalardır. Daha da derin baslar (daha uzun dalgaboyları) ise radyo dalgalarıdır.


KIZILÖTESİ
GÖRÜNÜR IŞIK
MORÖTESİ
X-IŞINLARI

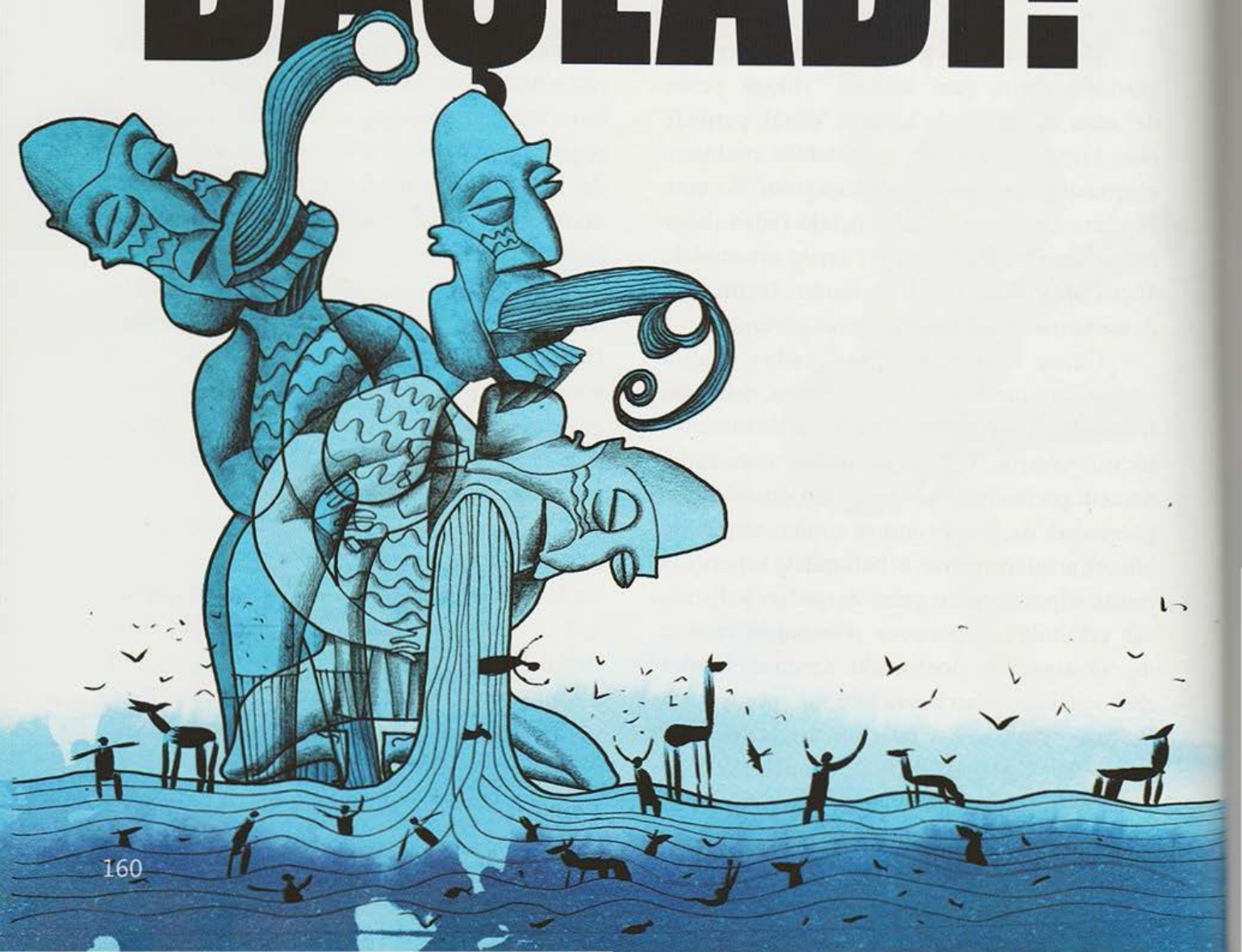


Şaşırtıcı olan şey, biz insanların gerçekte gördüğü ışığın, yani kısmen "yüksek perdede" olan uçtaki morla kısmen "düşük perdede" olan kırmızı arasındaki görünebilir renklerin oluşturduğu tayfya da "gökkuşağının", tiz uçtaki gama ışınlarından kalın uçtaki radyo dalgalarına uzanan çok büyük bir tayfın ortasındaki küçük bir kısımla sınırlı olmasıdır. Tayfın neredeyse tamamı bizim gözlerimize görünmez.

Güneş ve yıldızlar, "bas" radyo dalgalarından "soprano" kozmik ışınlarına dek, tüm frekanslarda veya "perdelerde" elektromanyetik ışın yayarlar. Bizler kırmızıdan mora kadar, daracık görünebilir ışık bandının dışındakileri göremesek de, bu görünmez ışınları tespit edebilecekaraçlarımız var. 6. bölümdeki süpernova resmi, süpernovadan gelen X-ışınları kullanılarak çekilmişti. Süpernova resmindeki renkler de, akşamsefası çiçeğindeki desenleri göstermek için kullanılan beyaz gibi yapay renklerdir. Bu yapay renkler, X-ışınlarının farklı dalgaboylarını belirtecek şekilde kullanılmışlardır. Radyo astronomu denen bilimciler, X-ışınları ya da ışık dalgalarındansa radyo dalgaları kullanarak yıldızların "fotoğraflarını" çekerler. Kullandıkları alete radyoteleskop denir. Başka bilimcilerse gökyüzünün fotoğraflarını tayfın diğer ucunda, X-ışınları bandında çekerler. Tayfın farklı uçlarını kullanarak, yıldızlar ve evren hakkında farklı şeyler öğrendik. Gözlerimizin büyük tayfın ortasındaki sadece küçük bir yarıkta görebiliyor olması, bilimsel araçların tespit edebildiği engin ışık aralığından sadece incecik bir bandı görebiliyor olduğumuz gerçeği, bilimin hayal gücümüzü nasıl harekete geçirebileceğinin harika bir göstergesi yani gerçeğin büyüsünün güzel bir örneğidir.

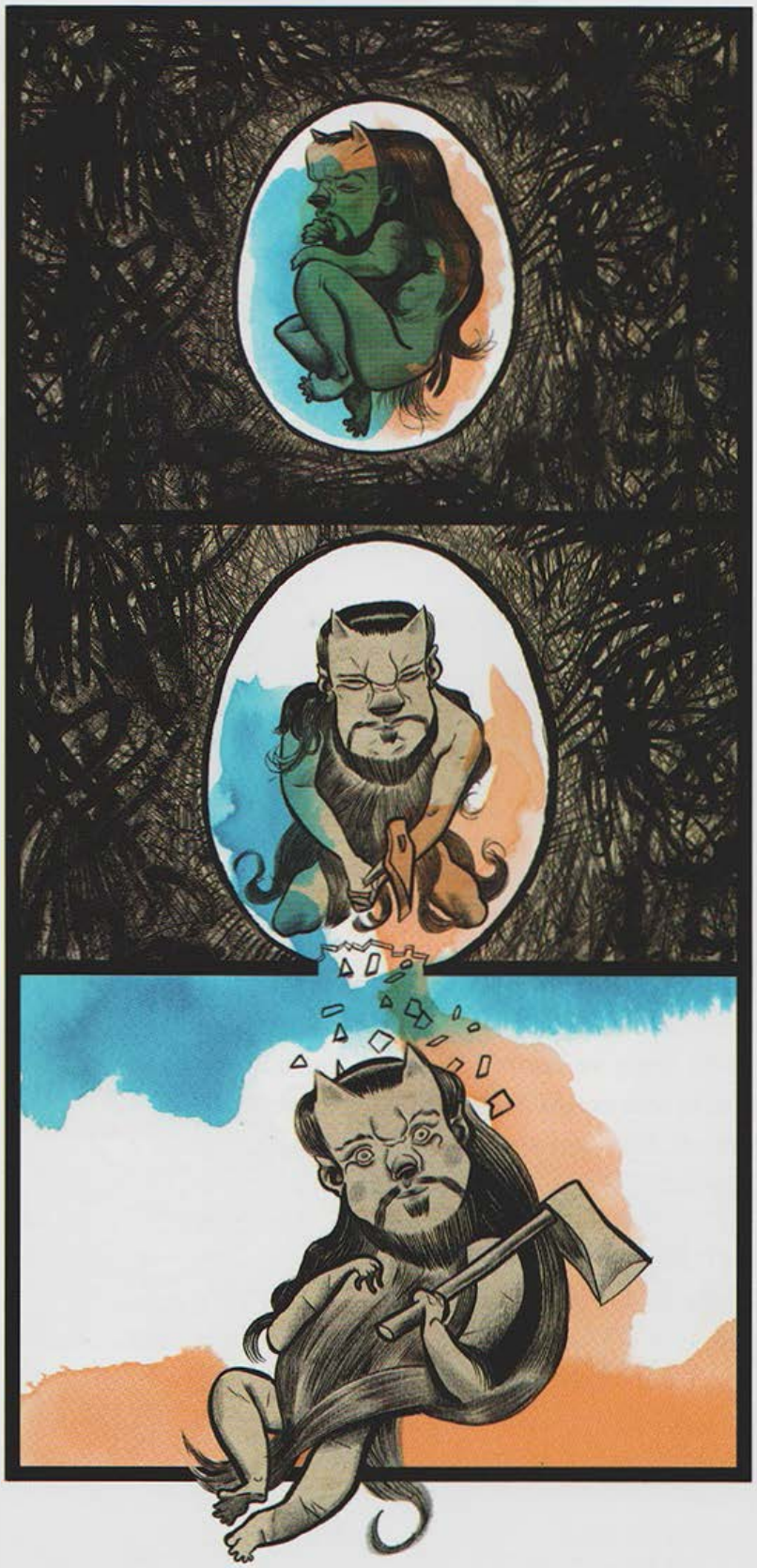
Bir sonraki bölümde gökkuşağıyla ilgili daha bile müthiş bir şey öğreneceğiz. Uzaktaki bir yıldızdan gelen ışığı tayfına ayrıştırmak bize sadece yıldızın neden yapılmış olduğunu değil kaç yaşında olduğunu da söyler. İşte evrenin kaç yaşında olduğunu ve ne zaman başladığını anlamamızı sağlayan kanıtlar bu tarz (gökkuşağı kanıtları türünden) kanıtlardır. Bu size pek mümkün görünmeyebilir ama bir sonraki bölümde hepsi açığa çıkacak.

8 HER ŞEY NASIL VE NE ZAMAN BAŞLADI?



Haydi Bantu kabilesinden bir Afrika söylencesiyle yani Kongo'nun Boşongo'su ile başlayalım anlatmaya. Başlangıçta karalar yokmuş, sadece sucul bir karanlık ve (bu kısmı önemli) bir de tanrı Bumba varmış. Bumba'nın karnı ağrımaya başlamış ve güneşi kusmuş. Güneşten yayılan ışık karanlığı kovmuş ve güneşten gelen ısı suyun bir kısmını kurutup karaları ortaya çıkarmış. Ancak Bumba'nın karın ağrısı hâlâ geçmemiş, bu defa da ayı, yıldızları, hayvanları ve insanları kusmuş.

Birçok Çin varoluş efsanesi ise, Pan Gu denen kimi zaman köpek kafalı, kıllı dev bir adam olarak resmedilen bir karakter içerir. İşte size Pan Gu söylencelerinden bir tanesi. Başlangıçta Cennet ve Yeryüzü arasında belirgin bir ayrım yokmuş: her şey siyah büyük bir yumurtayı çevreleyen yapış yapış bir çorbadan ibaretmiş. Yumurtanın içinde kıvrılıp uyuyan Pan Gu'ymuş. Pan Gu yumurtanın içinde 18.000 yıldır uyumaktaymış. Sonunda uyandığında yumurtadan kurtulmak istemiş, baltasını alıp yolunu açmaya koyulmuş. Yumurtanın içinden çıkan bazı şeyler ağırmış ve batarak Yeryüzü'nü oluşturmuş. Bazı şeyler ise hafifmiş ve yüzerek gökyüzünü oluşturmuş. Bir sonraki 18.000 yıl boyunca yeryüzü ve gökyüzü günde 3 metre hızla şişmişler.









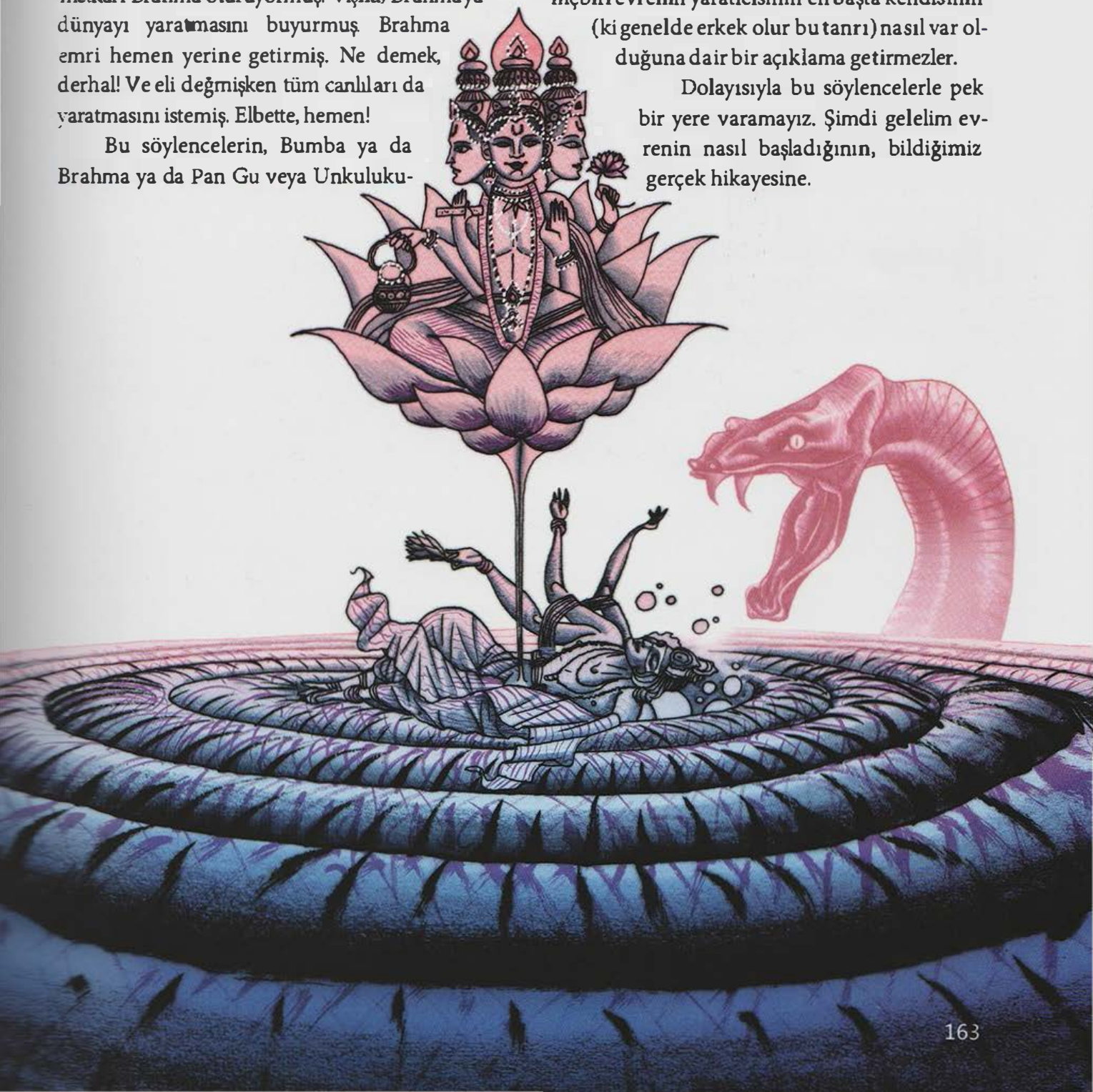
Hikayenin bazı versiyonlarına göre Pan Gu gökyüzünü ve yeryüzünü birbirlerinden uzağa itmiş ve bunu yaparken o kadar yorulmuş ki sonrasında ölmüş. Pan Gu'nun çeşitli kısımları daha sonra evrenin bildiğimiz kısmını oluşturmuş. Nefesi rüzgar, sesi yıldırım; gözlerinin biri ay biri yıldız, kasları tarla, damarları yol olmuş. Teri yağmur, saçları yıldız olmuş. İnsanlar da bir zamanlar onun bedeninde yaşayan bitler ve pirelerin torunlarıymış.

Bu arada yeryüzünü ve gökyüzünü birbirinden ayıran Pan Gu'nun hikayesi (büyük ihtimalle bir alakaları yok ama) Yunan söylencelerindeki, gökyüzünü tutan Atlas'ın hikayesine benziyor (gerçi Atlas tuhaf bir biçimde resimlerde ve heykellerde genellikle omuzlarında gökyüzünü değil de Dünya'nın kendisini taşırmış gibi gösterilir).

Şimdi de Hindistan'ın birçok varoluş söylencesinden birine bakalım. Zamanın başlangıcından önce, yüzeyinde dev bir yılanın kıvrılıp oturduğu engin bir hiçlik okyanusu varmış. Yılanın kıvrımları arasında Lord Vişnu uyurmuş. Sonunda Lord Vişnu, hiçlik okyanusunun dibinden gelen derin bir uğultuyla uyanmış ve göbeğinden bir nilüfer çiçeği çıkmış. Nilüfer çiçeğinin ortasında Vişnu'nun hizmetkarı Brahma oturuyormuş. Vişnu, Brahma'ya dünyayı yaratmasını buyurmuş. Brahma emri hemen yerine getirmiş. Ne demek, derhal! Ve eli değmişken tüm canlıları da yaratmasını istemiş. Elbette, hemen!

Bu söylencelerin, Bumba ya da Brahma ya da Pan Gu veya Unkulukulu (Zulu'ların tanrısı) veya Abassie (Nijerya) veya "Gökyüzündeki Yaşlı Adam" (Kanada'daki yerli Saliş kabilesinin tanrısı) olsun evren varolmadan önce bir çeşit yaratığın var olduğunu varsaymaları beni hayal kırıklığına uğratıyor. Önce bir çeşit evrenin var olması ve yaratıcı bir ruhun işe koyulabilmesi için bu evrenin ona mekan olması gerektiğini düşünmez misiniz? Bu söylencelerin hiçbiri evrenin yaratıcısının en başta kendisinin (ki genelde erkek olur bu tanrı) nasıl var olduğuna dair bir açıklama getirmezler.

Dolayısıyla bu söylencelerle pek bir yere varamayız. Şimdi gelelim evrenin nasıl başladığının, bildiğimiz gerçek hikayesine.




HER ŞEY
NASIL
BAŞLADI
GERÇEKTEN?

Bilimcilerin, gerçekliğin nasıl olabileceğine dair "modeller" düşünerek çalıştıklarını 1. bölümden hatırlıyor musunuz? Daha sonra bu modellere dayanarak ne görmemiz ya da ne ölçmemiz gerektiğine dair öngörülerde bulunup her bir modelin doğru olup olmadığını test ediyorlardı. Yirminci yüzyılın ortalarında evrenin nasıl oluştuğuna dair iki rakip model ortaya atıldı, bunlardan biri "sabit evren" modeli, diğeri ise "büyük patlama" modeliydi. Sabit evren modeli çok zekice ortaya konmuş bir modeldi ancak doğru olmadığı ortaya çıktı. Yani bu modele dayanarak yapılan öngörülerin yanlış olduğu görüldü. Sabit evren modeline göre bir başlangıç hiç olmamıştı: ezelden beri evren şu anki biçiminde varolmuştu. Öte yandan büyük patlama modeli ise evrenin belirli bir zamanda, farklı bir patlama ile başladığı fikrini ortaya atıyordu. Büyük patlama modeline göre yapılan öngörüler doğrulanmaya devam etti ve böylece çoğu bilimci tarafından bu model genel olarak kabul edilmiş hale geldi.

Büyük patlama modelinin modern versiyonuna göre gözlemlenebilir tüm evren 13 ila 14 milyar yıl önce bir patlama sonucu var oldu. Neden "gözlemlenebilir" diyorum? "Gözlemlenebilir evren", varlığına dair herhangi bir kanıtımız olan her şeyi ifade ediyor. Bizim algımızın ve araçlarımızın ulaşamadığı başka evrenler olması mümkün. Kimi bilimciler, belki biraz da hayal gücüyle, "çoklu evren" olabileceğine dair tahminlerde bulunuyorlar: bizim evrenimizin "kabarcıklarından" sadece birini oluşturduğu, evrenlerden oluşan bir "sabun köpüğü"... Ya da belki de gözlemlenebilir, bizim de bir parçası olduğumuz ve varlığına dair doğrudan kayıtlarımızın olduğu evrenimiz varolan tek evrendir. Her şekilde, bu bölümde anlattıklarımı gözlemlenebilir evren ile sınırlandıracağım. Gözlemlenebilir evren, büyük patlama ile başlamış görünüyor ve bu fevkalade olay 14 milyar yıldan az bir süre önce meydana gelmiştir.

Bazı bilimciler zamanın kendisinin de büyük patlama ile başladığını ve bu nedenle, Kuzey Kutbu'nun kuzeyinde ne var diye sormadığımız gibi, büyük patlamadan önce ne olmuştu sorusunu da sormamamız gerektiğini söyleyecektir. Anlamadınız mı? Ben de öyle. Ama kısmen anladığım bir şey var o da büyük patlamanın olduğuna ve ne zaman olduğuna dair kanıtlar. Bu bölüm bu kanıtlarla ilgili.

Önce galaksi ne demek, onu açıklamalıyım. 6. bölümdeki futbol benzetmesinde görmüş olduğumuz üzere, Güneş'in yörüngesindeki gezegenlerin uzaklıklarıyla karşılaştırılınca, yıldızlar arasındaki mesafe akıl almaz derecede fazladır. Ancak yıldızlar ne kadar uzakta dursalar da gruplar halinde kümelenmişlerdir ve bu gruplara galaksi denir. İşte galaksilerin bir resmi:



Her bir galaksi aslında milyarlarca yıldız ile gaz ve toz bulutundan oluşmuş beyaz bir girdap gibi görünüyor.



Bizim Güneş'imiz Samanyolu denen galaksiyi oluşturan yıldızlardan sadece birisidir. Samanyolu denmesinin nedeni, bizim karanlık gecelerde galaksiyi sadece belli bir açıdan görüp, galaksinin ancak bir kısmını gözlemleyebilmemiz ve onun gökyüzünde uzanan gizemli bir beyaz çizgi ya da patikaya benzemesidir. Gerçekte ne olduğunu farkedene kadar onu bir öbek uzun bulutla karıştırabilirsiniz ama farkettiğinizde huşu içinde kalır, söyleyecek söz bulamazsınız. Bizler Samanyolu galaksisinin içinde olduğumuzdan onu tüm ihtişamıyla göremeyiz ama dışarıdan nasıl göründüğüne dair bizim konumumuzun da işaretli olduğu bir resim tasvirini yukarıda görebilirsiniz. "Güneş" diye işaretlenmiş çünkü bu ölçekte Güneş ve gezegenleri arasındaki mesafeyi ayırt etmek mümkün değil.

Bu ise (sağda), her biri, tıpkı bizim Samanyolu'muz gibi, milyarlarca yıldız kümesi olan yüzlerce galaksinin bir teleskop aracılığıyla çekilmiş, çizim olmayan gerçek bir fotoğrafı. Bu fotoğrafa her baktığımda, bu her bir küçük ışık lekesinin Samanyolu gibi büsbütün bir galaksi olduğunu düşünüp şaşırmaktan kendimi alamıyorum. Ama gerçek bu. Evren, yani bizim gözlemlenebilir evrenimiz, çok büyük bir yer.



Bir sonraki önemli nokta da şu. Her bir galaksinin bizden ne kadar uzakta olduğunu ölçmemiz mümkün. Nasıl mı? Evrendeki herhangi bir şeyin ne kadar uzakta olduğunu nasıl mı biliyoruz? Yakındaki yıldızlar için en iyi yöntem "paralaks" yani ıraklık açısı yöntemidir. Parmağınızı yüzünüzün önünde tutun ve ona sol gözünüzü kapatıp bakın. Şimdi sol gözünüzü açın ve sağ gözünüzü kapatın. Gözlerinizin birini açıp birini kapamaya devam etikçe parmağınızın konumunun bir oraya bir buraya zıplıyormuş gibi yer değiştirdiğini göreceksiniz. Parmağınızı daha da yakma getirirseniz bu hoplamalar daha da büyüyecektir. Parmağınızı uzaklaştırırsanız bu hoplamalar da küçülecektir. Tek bilmeniz gereken gözlerinizin birbirine olan uzaklığı, böylece bu hoplamaların büyüklüğünü kullanarak gözlerinizle parmağınız arasındaki uzaklığı hesaplayabilirsiniz. Uzaklıkları hesaplamak için kullanılan paralaks yani ıraklık açısı yöntemi işte budur.

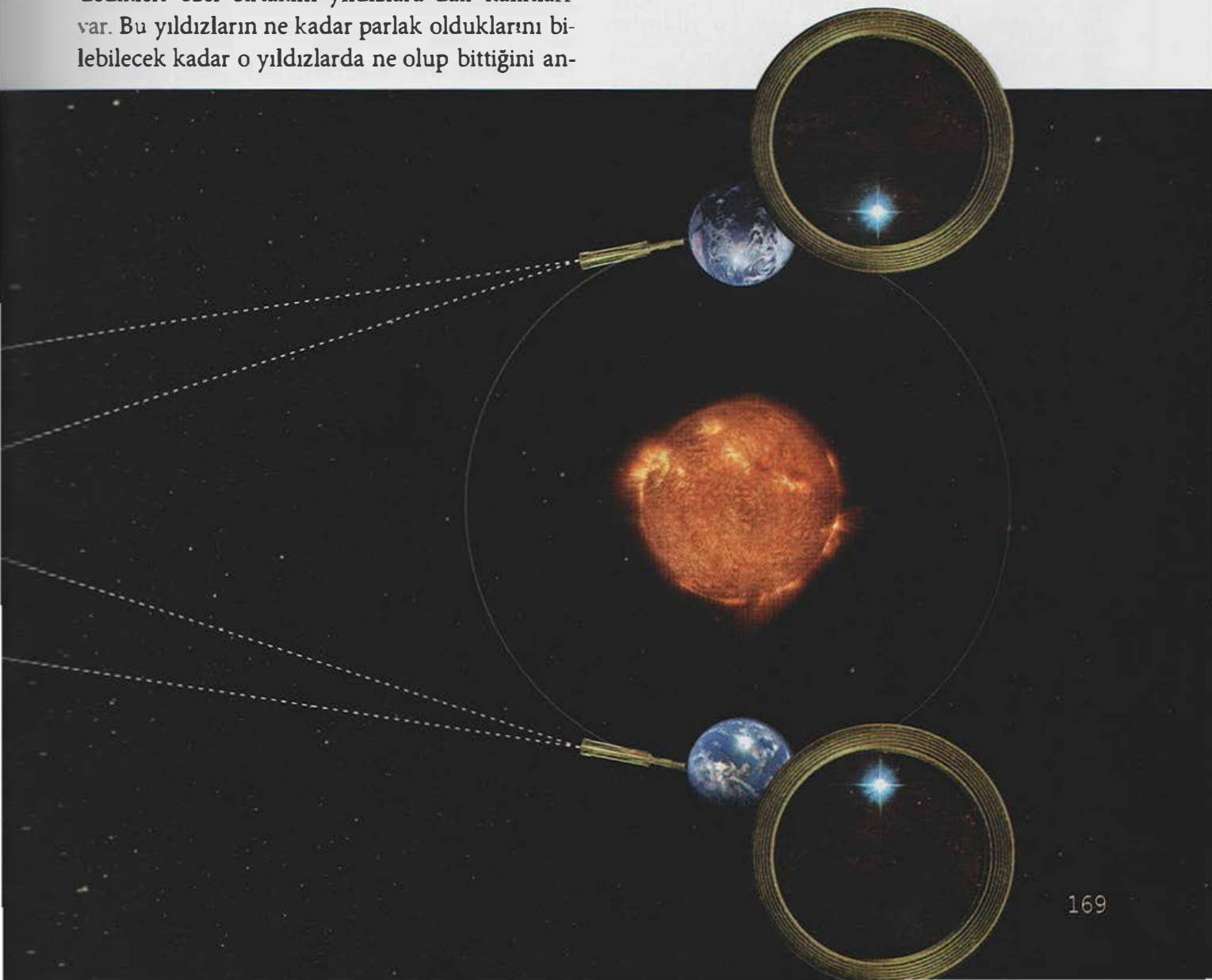
Şimdi parmağınızın yerine, gözlerinizin birini kapayıp öbürünü açmayı ve bunu tekrarlamayı karanlık gökyüzündeki bir yıldıza bakarken yapın. Yıldız en ufak bir hoplama belirtisi göstermeyecektir. Çünkü bunun için fazla uzaktadır. Bir yıldızı "hoplatmak" için gözleriniz arasındaki mesafenin milyonlarca kilometre olması gerekirdi! Birbirinden milyonlarca kilometre uzakta duran gözleri kapatıp açarak oluşacak etkinin aynısını nasıl yaratırız? Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinin 300 milyon kilometre çapında olduğu gerçeğinden faydalanabiliriz. Yakın bir yıldızın, arkasındaki yıldızlara göre konumunu tespit ederiz. Altı ay sonra, yani Dünya yörüngenin öteki tarafına doğru 300 milyon kilometre yer değiştirdiğinde yıldızın görünen konumunu tekrar ölçeriz. Eğer yıldız yeterince yakındaysa konumu "hoplamış" olacaktır. Bu hoplamanın uzunluğunu ölçerek o yıldızın ne kadar uzaklıkta olduğunu kolayca hesaplayabiliriz.



Maalesef paralaks yöntemi sadece yakındaki yıldızlar için geçerlidir. Uzak yıldızlar ve diğer galaksiler için "gözlerimiz" birbirinden 300 milyon kilometreden çok daha uzakta durmalıdır. Başka bir yöntem bulmamız gerekir. Bunu bir galaksinin ne kadar parlaklıkta ışıldadığını ölçerek yapabileceğinizi düşünebilirsiniz: elbette daha uzaktaki bir galaksi yakındakinden daha soluk olacaktır değil mi? Bu yaklaşımla ilgili sorun şu ki farklı galaksiler *gerçekten de* farklı parlaklıklarda olabilirler. Bu bir lambanın ne kadar uzakta olduğunu tahmin etmeye benzer. Bazı lambalar diğerlerinden daha parlaktır. Uzaktaki parlak bir lambaya mı yoksa yakındaki soluk bir lambaya mı baktığımızı nasıl anlayacağız?

Neyse ki astronomların "standart kandil" dedikleri özel birtakım yıldızlara dair kanıtları var. Bu yıldızların ne kadar parlak olduklarını bilebilecek kadar o yıldızlarda ne olup bittiğini anlarlar. Yani görünen parlaklıklarını değil, gerçek parlaklıklarını, ışıklarının (ya da X-ışınlarının veya bizim ölçebileceğimiz herhangi bir başka radyasyon türünün) teleskoplarımıza ulaşmadan önceki yoğunluklarını bilebilirler. Ayrıca bu özel "kandilleri" nasıl tespit edebileceklerini de bilirler ve böylece astronomlar bir galakside bunlardan birini bulabildikleri sürece, sağlam matematiksel denklemlerin de yardımıyla o galaksinin ne kadar uzakta olduğunu tahmin edebilirler.

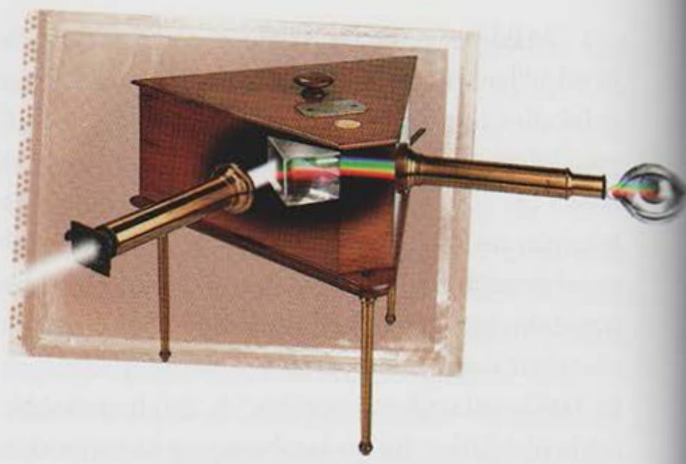
Yani elimizde çok kısa mesafeler için paralaks dediğimiz yöntem var ve bir de giderek artan büyük mesafeleri ölçmek için çeşitli standart kandillerin bulunduğu "merdiven" var, ki bu yöntemle çok uzak galaksilere kadar mesafeleri bile ölçebiliyoruz.



Gökkuşağı ve kırmızıya kayma

EVET şimdi galaksi nedir ve bize olan uzaklığı nasıl bulunur biliyoruz. Sıradaki adım için 7. bölümde tanıştığımız gökkuşağının ışık tayfından yararlanmamız gerekecek. Bir keresinde, bilimcilerin onlara göre gelmiş geçmiş en önemli icadın ne olduğunu söyledikleri bir kitabın bir bölümüne katkıda bulunmam istenmişti. Çok eğlenceliydi ama partiye biraz geç katıldığım için bütün bilindik icatlar çoktan kapılmıştı: tekerlek, matbaa, telefon, bilgisayar vb. Böylece başka kimsenin seçmediğinden aşağı yukarı emin olduğum bir araç seçtim ve gerçekten de herkesin kullandığı bir araç olmasa bile (ki itiraf etmeliyim ben de hiç kullanmadım) çok önemli bir araçtır bu; *spektroskop yani tayfölçer.*

Tayfölçer bir gökkuşağı makinesidir. Eğer bir teleskopa bağlı bulunursa belli bir yıldızdan ya da galaksiden gelen ışığı alıp, Newton'un prizmalarıyla yaptığı gibi tayf oluşturacak şekilde dağıtır. Ama Newton'un prizmalarından biraz daha karmaşıktır çünkü tayfına ayrıştırılan yıldız ışığı üzerinden isabetli ölçümler yapmanızı mümkün kılar. Neyin ölçümleri? Bir gökkuşağında ölçülecek ne var ki? İşlerin gerçekten ilginçleşmeye başladığı kısım işte burası. Farklı yıldızlardan gelen ışığın ürettiği "gökkuşakları" kimi yönleriyle birbirlerinden farklıdır ve bu bize yıldızlar hakkında çok şey anlatabilir.



Yıldız ışıklarının Dünya'da hiçbir zaman görmediğimiz, çeşitli tuhaf renkler içerdiği anlamına mı gelir bu? Hayır, kesinlikle öyle değil. Dünya'da gözlerinizin görebileceği tüm renkleri zaten gördünüz. Bunu biraz hayal kırıcı mı buluyorsunuz? Ben ilk duyduğumda öyle olduğunu düşünmüştüm. Çocukken Hugh Lofting'in Doktor Dolittle kitaplarını severdim. Bu kitaplardan birinde doktor aya gider ve de gördüğü yepyeni, insan gözleri tarafından daha önce görülmemiş renkler karşısında mest olur. Bu düşünceyi sevmiştim. Bilindik Dünya'mızın evrendeki diğer her şeyi tipik olarak yansıtmıyor olabileceği fikrini heyecan verici bulmuştum. Ama maalesef fikir heyecan verici olsa da öykü doğru değildi, *doğru olamazdı da.* Bu çıkarımın kaynağı, Newton'un keşfinden geliyor, yani beyaz ışığın gördüğümüz tüm renkleri içerdiği ve beyaz ışık bir prizma tarafından dağıtıldığında bütün renklerin ortaya çıktığı keşfinden. Bu aralıkta bildiklerimizin dışında bir renk yok. Sanatçılar çok sayıda farklı tür ve tonda renk oluşturabilirler ancak tüm bunlar



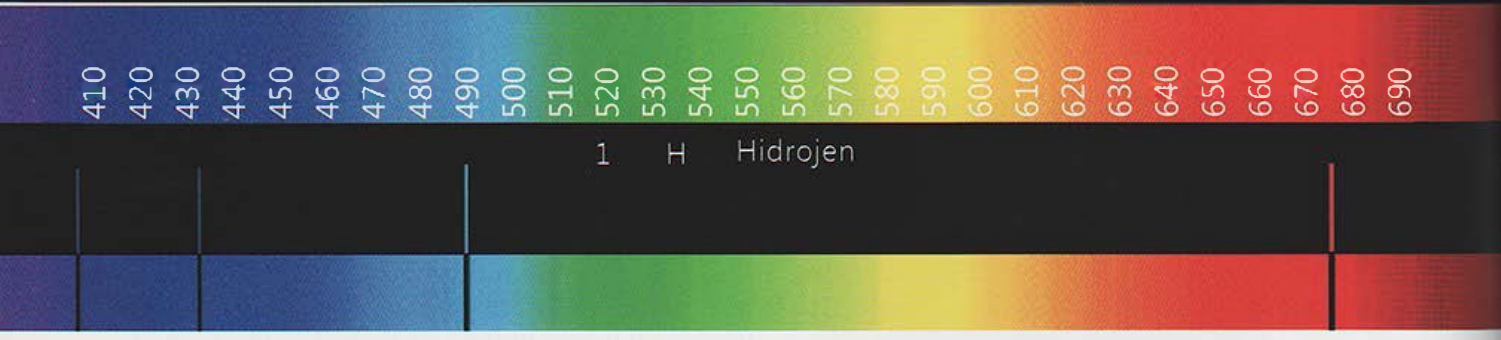
beyaz ışığın temel bileşenlerinin bir kombinasyonu olacaktır. Kafamızın içinde gördüğümüz renkler aslında sadece beynimiz tarafından ışığın farklı dalga boylarını tanımlamak için uydurulmuş birer etikettir. Burada, yani Dünya'da tüm aralıklardaki farklı dalgaboylarıyla karşılaştık bile. Ne ayın ne de yıldızların renk konusunda yapacak bir sürprizleri yok. Ne yazık ki öyle.

Peki öyleyse farklı yıldızlar spektroskop yani tayfölçer ile ölçebileceğimiz farklı gökkuşakları üretirler derken neyi kastediyorum? Öyle görünüyor ki yıldız ışığı bir tayfölçer tarafından dağıtıldığında, tayfın kimi yerlerinde ince siyah çizgilerden oluşan tuhaf örüntüler meydana gelir. Ya da bazen bu çizgiler siyah değil renkli olur ve siyah olan arkaplandır. Birazdan bu farkı açıklayacağım. Çizgilerin oluşturduğu desen gerçekten de bir çubukkoda (barkod) benzer çünkü yıldız ve yıldızın neden meydana geldiği hakkında bize çok şey anlatır.

Çubukkod çizgilerini oluşturan sadece yıldız ışığı değildir. Laboratuarda inceleme imkanı bulduğumuz üzere Dünya üzerindeki ışıklar da çubukkod oluşturur. Bu çubukkodları ortaya çıkaran ise farklı elementlerdir. Örneğin sodyum tayfın sarı kısmında baskın çizgiler oluşturur. Sodyum buharından bir elektrik arkı geçirildiğinde oluşan sodyum ışığı sarı renkte parlar. Bunun nedeni fizikçiler tarafından anlaşılmıştır ancak ben anlayamıyorum çünkü kuantum teorisini anlamayan bir biyologum.

Güney İngiltere'deki Salisbury şehrinde okula giderken, parlak kırmızı renkteki okul şapkamın sarı sokak lambası ışığındaki tuhaf görünüşünden düpedüz büyülenmiştim. Artık kırmızı değil, sarımsı bir kahverengi gibi görünüyordu. Keza parlak kırmızı renkteki iki katlı otobüsler de öyleydi. Nedeni şuydu. O zamanlar diğer pek çok İngiliz kenti gibi Salisbury'de de sokak lambaları için sodyum buharı lambaları kullanılıyordu. Bu lambalar tayfın sadece sodyumun kendine has çizgileriyle sınırlanmış dar bir aralığında ışık yayıyordu. Sodyumun en parlak çizgileri açık ara sarıda bulunur. Hangi açıdan bakılırsa bakılsın sodyum ışığı saf bir sarı ışıkla parlar, beyaz güneş ışığından ya da sıradan bir elektrik ampulünün belli belirsiz sarımtırak ışığından çok farklıdır. Sodyum lambalarından gelen ışıkta gerçekte kırmızı ışık bulunmadığından, şapkam tarafından yansıtılacak bir kırmızı ışık da yoktu. Eğer bir şapkayı ya da bir otobüsü başta kırmızı yapanın ne olduğunu merak ediyorsanız, cevap kırmızı hariç neredeyse geri kalan tüm renklerdeki ışığı soğuran boya molekülleridir. Yani tüm dalgaboylarını içeren beyaz ışığın diğer tüm dalgaboyları madde tarafından emilir, çoğunlukla kırmızı ışık yansıtılır ve cisim kırmızı görünür. Sodyum buharlı sokak lambalarından gelen ışıkta ise yansıtılabilecek bir kırmızı ışık yoktur, dolayısıyla cisim sarımtırak kahverengi görünür.





Sodyum sadece örneklerden birisidir. Her elementin kendine has "atom numarasına" yani çekirdeğindeki proton sayısı (ve aynı zamanda çekirdeğin etrafındaki yörüngelerdeki elektron sayısı) olan bir numaraya sahip olduğunu 4. Bölüm'den hatırlayacaksınız. İşte bu yörüngelerdeki elektronlarla ilgili sebeplerden ötürü her elementin ışık üzerinde kendine özgü bir etkisi vardır. Tıpkı çubukkod gibi . . . aslında yıldız ışığı tayfındaki çizgi desenleri de aşağı yukarı bir çubukkoddur. Yıldızdan gelen ışığı tayfölçer ile dağıttığınızda ortaya çıkan çubukkod çizgilerine bakarak o yıldızda 92 doğal elementten hangilerinin bulunduğunu belirleyebilirsiniz.

İstediğiniz herhangi bir elementi seçip tayfsal çubukkoduna bakabileceğiniz bir web sitesi var: **www.booksattransworld.co.uk/dawkins-elements** Bu sitede imleci hareket ettirerek istediğiniz elemente gelebilirsiniz. Elementler hidrojenden başlayıp giderek artan atom numaralarına göre sıralanmışlar.

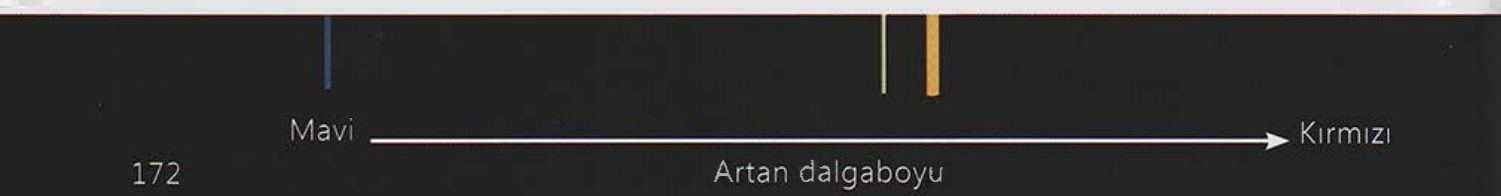
Örneğin yukarıda bu sitede hidrojen, yani 1. element (çünkü hatırlarsanız hidrojenin sadece bir protonu vardı) için bulunan resmi görebilirsiniz. Gördüğünüz gibi hidrojen, biri tayfın mor bölgesinde, biri koyu mavi, biri soluk mavi ve biri de kırmızıda olmak üzere dört çubuk oluşturuyor (farklı renklerin dalgaboyları da en üstte verilmiş).

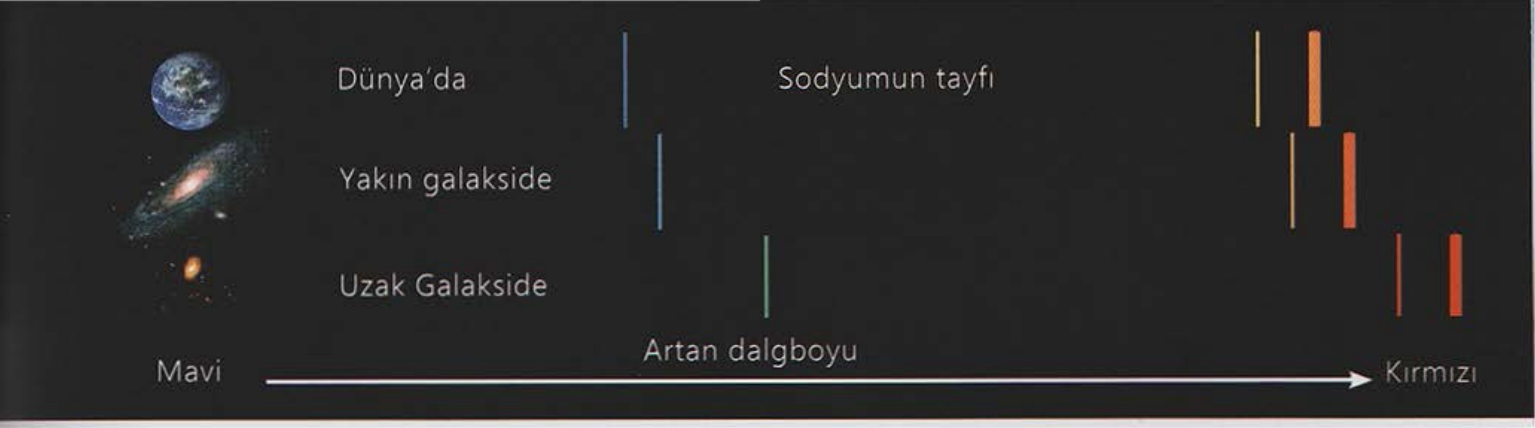
Bu web sitesindeki resimleri anlamak için kafa karıştırıcı olabilecek bazı detayları netleştirmemiz gerekiyor. Öncel'ikle çubukların ortaya çıkma biçimlerine dikkat edin: (resmin üst kısmında) siyah arkaplanda renkli, (alt kısmında) renkli arkaplanda siyah çizgiler olarak gözüküyorlar. Bunlardan siyah arkaplan üzerinde renkli olanına yayım (yansıtma) tayfı, renkli arkaplan üzerinde siyah görünenine ise soğurma tayfı denir. Bunlardan hangisini elde ettiğiniz, söz konusu elementin ışıklı parladığına mı (sodyum sokak lambalarında olduğu gibi sodyum elementinin parlaması) yoksa ışığın önüne mi geçtiğine (sıklıkla bir elementin bir yıldızda var olması durumunda olduğu gibi) göre değişir. Aradaki fark üzerinde fazla durmayacağım. Önemli olan her iki durumda da çubukların, tayfın aynı noktalarında oluşmaları. Herhangi bir element için, çizgiler renkli ya da siyah olsun, çubukkodun deseni aynıdır.

Diğer bir karmaşık detay ise, bazı çubukların diğerlerinden daha belirgin oluşu. Bir yıldızdan gelen ışığa tayfölçer ile bakıldığında genellikle sadece çok belirgin olan çubukları görürüz. Ancak bu web sitesinde, genellikle yıldız ışığında görülmeyen ama laboratuarda görebileceğimiz zayıf çizgiler de dahil olmak üzere tüm çizgileri görebiliyoruz. Sodyum ışığı sarıdır ve tayfın sarı bölgesinde belirgin çubuklar oluşturur, deseni çubukkoda daha da çok benzeten diğer çizgilerin varlığı ilginç olsa da pratik nedenlerden ötürü onları görmezden gelebilirsiniz.

Aşağıda ise üç belirgin çubukkod çizgisiyle sodyumun yayım tayfını görebilirsiniz. Sarı olanın nasıl da baskın olduğunu görebilirsiniz.

İşte böyle her elementin farklı bir çubukkod deseni vardır. Herhangi bir yıldızdan gelen ışığa





bakarak o yıldızda hangi elementlerin olduğunu anlayabiliriz. Kabul etmek gerekiyor ki bu epey karmaşık çünkü birçok farklı elementin çubukkodlarının bir araya gelip karma karışık olması söz konusu. Ama onları da ayıklamanın yolları var. Bu tayfölçer ne harika bir araç!

Şimdi işler daha da ilginçleşecek. Karşı sayfada altta gördüğünüz sodyum tayfı bir Salisbury sodyum lambasına ya da çok da uzakta olmayan bir yıldızdan gelen ışığa bakarken gördüğünüz tayftır. Gördüğümüz yıldızların çoğu, örneğin bilindik burçlar kuşağı takım yıldızları, bizim galaksimizde bulunurlar ve bu gördüğünüz resim bu yıldızlardan birinden gelen sodyum ışığı tayfıdır. Ancak eğer farklı bir galaksideki yıldızın sodyum tayfına bakıyorsanız, oldukça farklı bir resim görürsünüz. Bu sayfanın başında biri Dünya'dan (ya da yakındaki bir yıldızdan gelen), diğeri ise yakındaki bir galaksiden ve sonuncusu da çok uzak bir galaksiden olmak üzere üç farklı yerden gelen sodyum ışığının çubukkod desenini görebilirsiniz.

Önce en alttaki, çok uzak bir galaksiden gelen sodyum ışığının çubukkod desenine bakın ve onu en üstteki Dünya üzerinde üretilmiş bir sodyum ışığının çubukkod deseniyle karşılaştırın. Çubukların birbirlerinden aynı uzaklıklarda konumlanmış olduğunu göreceksiniz. Ancak en alttakinde tüm desen tayfın kırmızı ucuna doğru kayınıştır. Peki bunun hâlâ sodyum olduğunu nerden biliyoruz öyleyse? Cevap çubukların arasındaki uzaklıkların aynı oluşundadır. Bu sadece sodyum için geçerli olsaydı pek de ikna edici olmayabilirdi. Ama aynı şey tüm elementler için geçerlidir. Her seferinde söz konusu elemente ait aynı kendine has konumlanış desenini, tümüyle kırmızı uca doğru kaymış olarak görüyoruz. Dahası herhangi bir galaksi için, tüm çubukkodlar tayf üzerinde aynı miktarda kaymaya uğrarlar.

Eğer aşağı yukarı bizim galaksimize yakın (yakın derken, bir önceki paragrafta bahsettiğim çok uzaktaki galaksilere oranla yakın ama bizim kendi Samanyolu galaksimizdeki yıldızlardan uzaktaki) bir galaksiden gelen ışığın sodyum çubukkodunu gösteren ortadaki resme bakacak olursanız orta miktarda bir kayma görürsünüz. Sodyumun imzası olan aynı konumlanış deseninin, bu kez çok da kaymamış olduğunu görürsünüz. İlk çizgi koyu maviden uzağa ötelenmiştir ama yeşile kadar değil sadece açık maviye kadar. Sarıdaki (bir araya gelerek Salisbury sokak lambalarının sarı rengini oluşturan) iki çizgi de aynı yönde, tayfın kırmızı ucuna doğru ötelenmiştir. Ama çok daha uzak olan galaksiden gelen ışıktaki kadar da değil, sadece biraz turuncu bölgeye girmiştir.

Sodyum örneklerden sadece bir tanesi. Diğer herhangi bir element de, tayfın üzerinde kırmızı yönüne doğru aynı kaymayı gösterir. Galaksi ne kadar uzaktaysa, kırmızıya doğru kayma da o kadar büyük olur. Buna "Hubble kayması" denir çünkü büyük Amerikalı astronom Edwin Hubble tarafından keşfedilmiştir. Bu arada, Edwin Hubble'ın ismi ölümünden sonra aynı zamanda, 167. sayfadaki gibi çok uzak galaksilerin resmini çeken Hubble teleskopuna da verilmiştir. Aynı zamanda "kırmızıya kayma" ya da "kızıla kayma" olarak da adlandırılır çünkü tayftaki kaymanın yönü kırmızının bulunduğu tarafa doğrudur.



Büyük patlamaya doğru geri sarım

Peki kırmızıya kayma ne anlama geliyor? Neyse ki bilimciler bu konuyu iyice anlamış bulunuyorlar. Kırmızıya kayma "Doppler kayması" denilen olgunun bir örneği. Doppler kayması dalgaların ve önceki bölümde gördüğümüz gibi dalgalardan oluşan ışığın bulunduğu her durumda oluşabilir. Sıklıkla "Doppler etkisi" olarak da isimlendirilir ve bize daha çok ses dalgalarıyla ilgili örneklerden tanıdık gelir. Bir yol kenarında arabaların yüksek hızda vızıldayarak geçmesini izlerken, her bir araba motorunun sesi sizi geçtikten sonra kalınlaşıyormuş gibi duyulur. Aslında araba motorunun tonunun değişmediğini, aynı kaldığını biliyorsunuz, peki öyleyse neden ses kalınlaşıyormuş gibi duyulur? Cevap: doppler etkisinden dolayı ve açıklaması da şöyle.

Ses havada değişen hava basıncı dalgaları şeklinde seyahat eder. Bir araba motorunun ya da trompetin diyelim (çünkü trompeti dinlemesi motordan daha keyiflidir) tınısını dinlediğinizde, ses dalgaları sesin kaynağından tüm yönlere doğru havada ilerler ve beyniniz bunu ses olarak algılar. Trompetten yayılıp kulağınıza kadar gelenin hava molekülleri olduğunu düşünmeyin. Çünkü hiç de öyle değil: o düşündüğünüz şey rüzgar olurdu ve rüzgar sadece tek bir yönde



seyahat ederken ses dalgaları tüm yönlere doğru seyahat ederler, tıpkı bir su birikintisine taş attığınızda yüzeyde oluşan dalgalar gibi.

Anlaması en kolay dalga Meksika dalgası denilen, büyük spor salonlarında ve stadyumlarda insanların sırayla, kendinden önceki (sol taraflarındaki diyelim) kişinin hemen ardından ayağa kalkması ve oturmasıyla oluşturulan dalgadır. Bir kalkmalar ve oturmalar dalgası tüm stadyumu seri bir şekilde dolaşır. Kimse gerçekte yerinden kıpırdamaz ama dalga tüm stadı kat eder ve aslına bakarsanız, bunu bir insanın koşabileceğinden çok daha hızlı bir şekilde yapar.

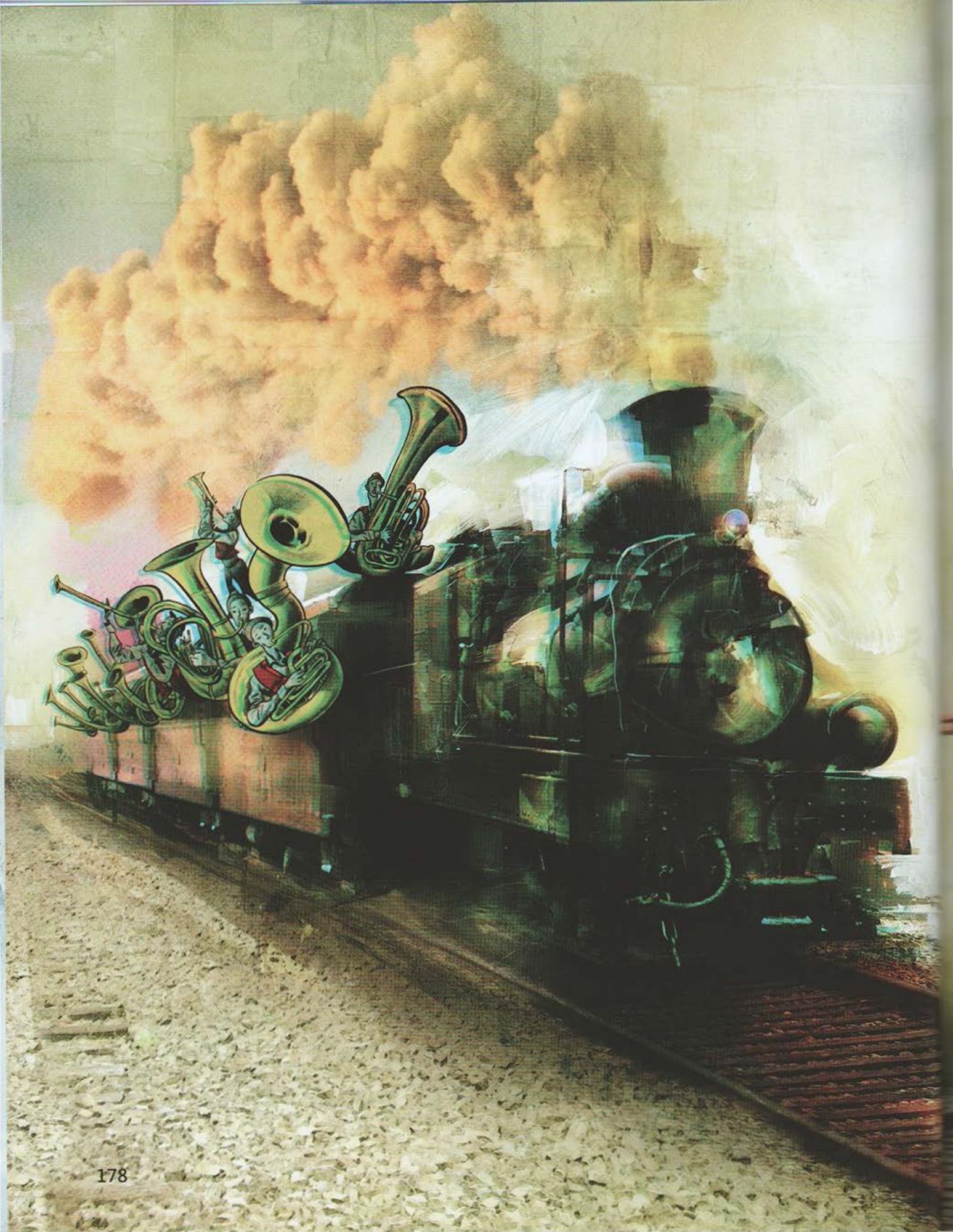
Su birikintisinde seyahat eden ise, yüzeydeki suyun yükseklik değişimleri şeklinde ilerleyen dalgadır. Onu dalga yapan şey, atılan taştan dolayı etrafa kaçışan su molekülleri değildir. Tıpkı stadyumdaki insanlar gibi su molekülleri de yukarı aşağı hareket etmektedirler. Tam olarak taştan uzağa kaçışan hiçbir şey yoktur. Öyleymiş gibi görünür çünkü su yüzeyindeki yüksek ve alçak noktaların hareketi açılarak dışa doğru devam eder.



Ses dalgaları ise bundan biraz daha farklıdır. Ses dalgalarının durumunda seyahat eden şey, değişen hava basıncı dalgasıdır. Hava molekülleri sırasıyla, bir miktar trompetten uzağa ve trompete doğru (ya da artık ses kaynağı her neyse) ileri ve tekrar geri hareket ederler. Onlar bunu yaparken komşu hava moleküllerine çarparlar ve onların da ileri geri bir harekete başlamalarına neden olurlar. Bu sefer onlar da kendi komşularına çarparlar ve böylece sonunda birbirlerine çarpan moleküller dalgası yani diğer bir anlamda değişen basınç dalgası, trompetten uzağa doğru tüm yönlerde yayılır. İşte trompetten kulağınıza kadar seyahat eden de bu dalgadır, hava moleküllerinin kendisi değil. Dalga, ses kaynağının trompet mi yoksa insan sesi mi ya da bir araba mı olduğundan bağımsız olarak sabit bir hızla hareket eder: havada yaklaşık olarak saatte 1236 kilometre (suyun altında dört kat ve bazı katılarda ise daha bile hızlı hareket eder). Eğer trompetinizde tiz bir nota çalacak olursanız ses dalgalarının hızı aynı kalır ancak dalga tepecikleri arasındaki mesafe (*dalgaboyu*) kısalır. Kalın bir nota çalarsanız tepecikler arasındaki mesafe artar ama sesin hızı yine aynı kalır. Demek ki tiz notaların dalgaboyu, kalın olanlardan daha kısaymış.

Ses dalgası dediğimiz şey işte budur. Şimdi gelelim Doppler kaymasına. Bir trompetçinin karlı bir yamaçta uzun ve aralıksız bir nota çaldığını düşünün. Bir kızağa biniyorsunuz ve trompetçinin yanından hızla kayıp geçiyorsunuz (bu örnekte bir araba değil de kızak seçtim çünkü kızak sessizdir, böylece trompeti duyabilirsiniz). Ne duyardınız? Birbirini takip eden dalga tepecikleri, trompetçinin çalmayı seçtiği notaya bağlı olarak oluşan aralıklarla trompeti terkediyorlar. Ama siz trompetçiye doğru kayarken, kulağınız birbirini takip eden dalga tepeciklerini, yamacın başında hareketsiz duruyor olsaydınız o zaman yapacağından daha hızlı bir şekilde toplar. Böylece trompetin tınısı size, gerçekte olduğundan daha tiz gelecektir. Daha sonra siz trompetçinin yanından kayıp geçince, kulağınız birbirini takip eden dalga tepeciklerine daha yavaş bir hızda çarpacaktır (sanki dalgalar daha aralıklı geliyorlarmış gibi, çünkü ses dalgası da kızağınızın hareket ettiği yöne doğru seyahat etmektedir), böylece notanın duyulan tınısı gerçekte olduğundan daha kalın olacaktır. Aynı şey siz sabit durduğunuzda, ama sesin kaynağı hareket ettiğinde de gerçekleşir. Gerçek mi değil mi bilmiyorum ama şu güzel bir hikayedir: Bu etkiyi keşfeden Avusturyalı bilimci Christian Doppler'in etkiyi göstermeleri

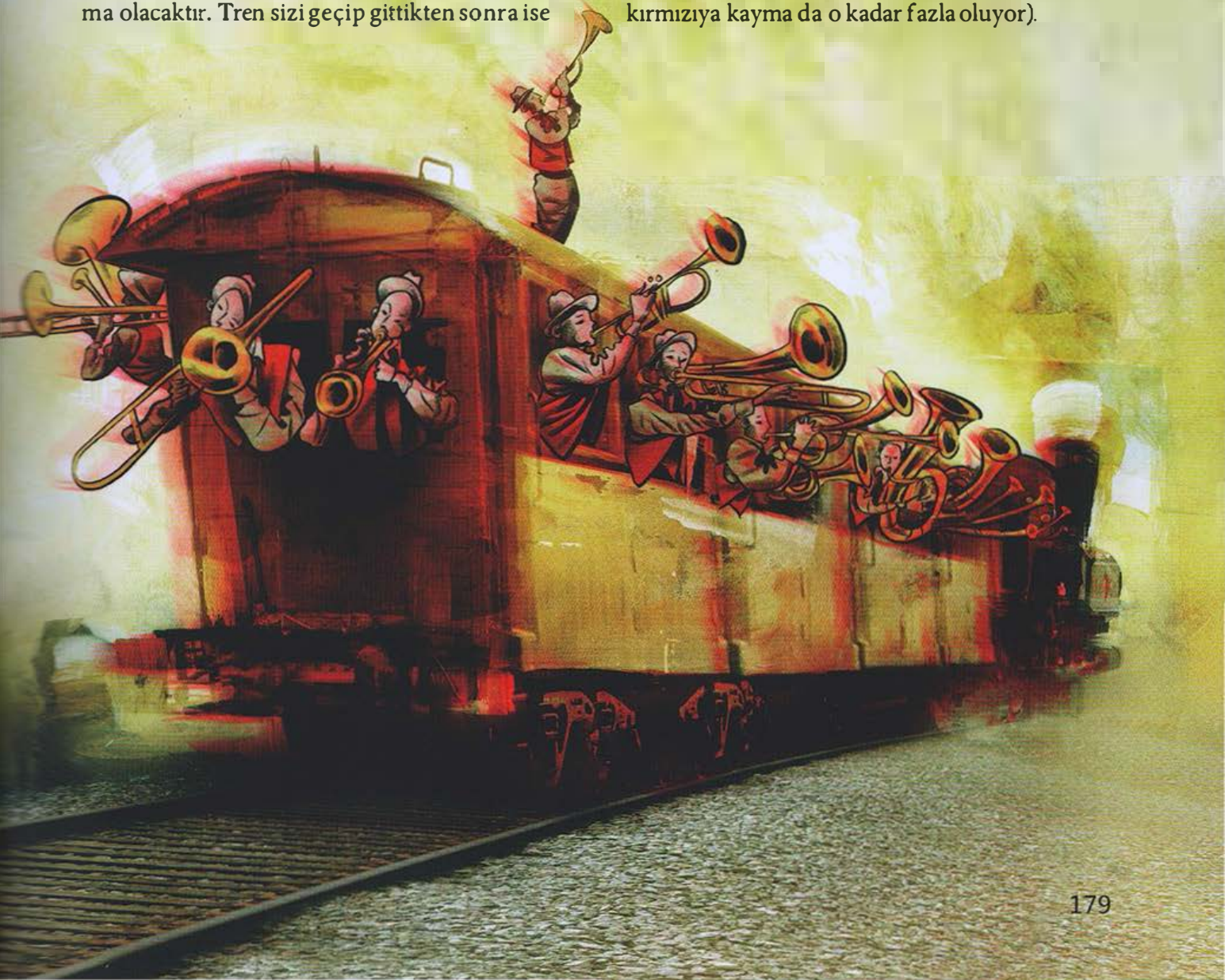




için bir bando takımı kiralayıp üstü açık bir trene bindirdiği rivayet edilir. Buna göre bando takımının çaldığı nota, trenin izleyici kitlesini geçmesiyle aniden daha alt bir perdeye düşüvermişti.

Işık dalgalarıysa daha da farklıdır, tam olarak ne Meksika dalgasına ne de ses dalgalarına benzerler. Ama onların da kendilerine has bir Doppler etkisi bulunur. Tayfın kırmızı ucunun, mavi ucundakinden daha uzun dalgaboylarına sahip olduğunu, yeşilin ise ortada olduğunu hatırlayın. Christian Doppler'in trenindeki bandocuların hepsinin sarı üniformalar giydiklerini düşünün. Tren size doğru hızlandıkça, gözleriniz dalga tepeciklerini, trenin duruyor olduğu halden daha hızlı "toplayacaktır". Böylece üniformaların renginde, tayfın yeşil kısmına doğru hafif bir kayma olacaktır. Tren sizi geçip gittikten sonra ise tam tersi bandonun üniforması hafifçe kırmızıya doğru kayacaktır.

Bu örnekle ilgili tek bir yanlışlık var. Sizin bu maviye ya da kırmızıya kaymaları farkedebilmeniz için trenin saatte milyonlarca kilometre hızla seyahat ediyor olması lazım. Trenler Doppler etkisinin renkler üzerinde farkedilebilmesi için gereken hızın yakınına bile yaklaşamazlar. Ama galaksiler bunu yapabilir. Sayfa 172'deki resimde sodyum çubukkod çizgilerinin konumlarının açıkça tayfın kırmızı ucuna doğru kaymış olmasından görebileceğiniz üzere, çok uzak galaksiler bizden saatte yüzlerce milyon kilometre hızla uzaklaşmaktadır. Ayrıca (daha önce bahsettiğim gibi "standart kandiller" ile ölçüldüğü üzere) ne kadar uzaktalarsa o kadar hızlı bir şekilde bizden uzaklaşıyorlar (ve kırmızıya kayma da o kadar fazla oluyor).

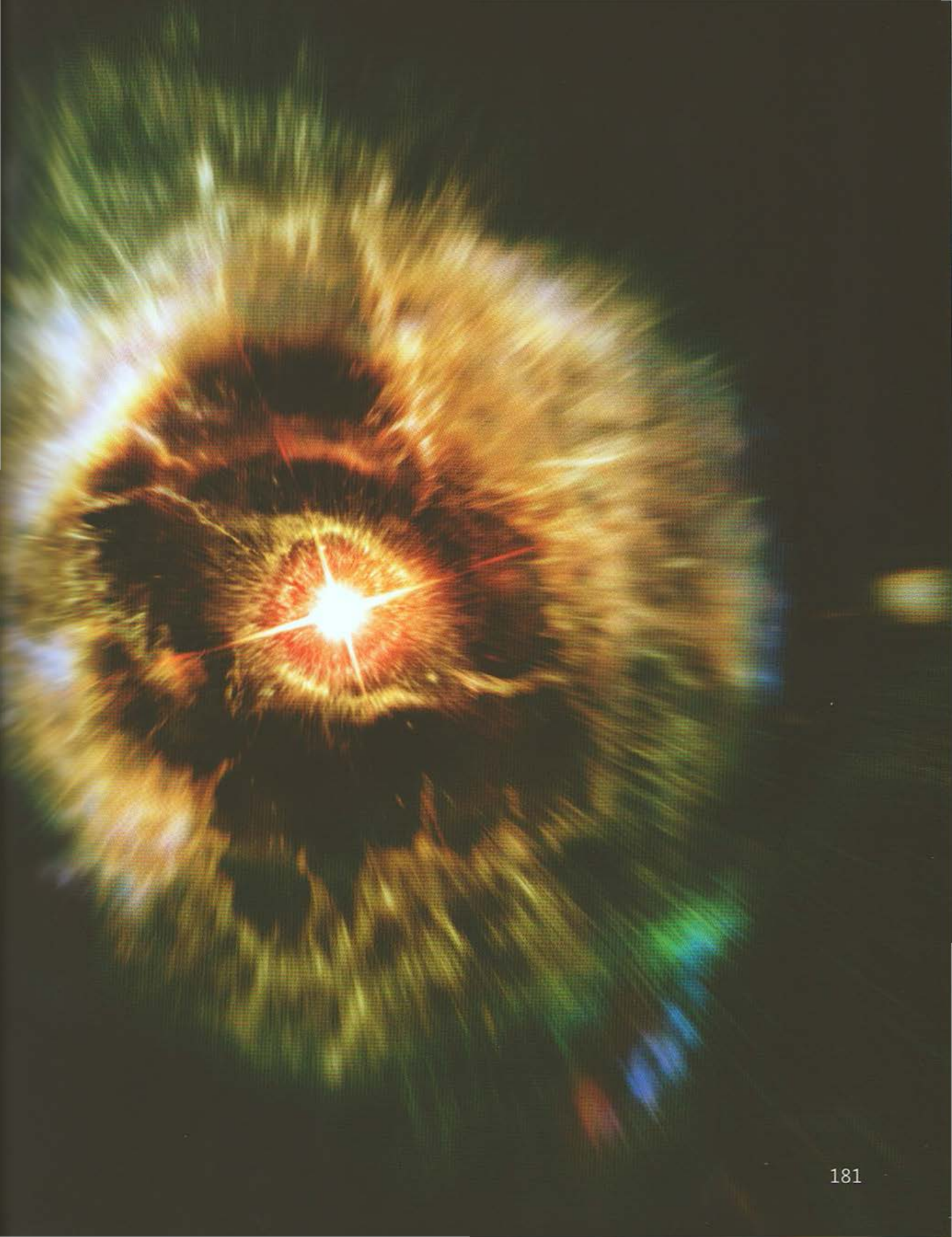


Evrendeki tüm galaksiler birbirlerinden uzaklaşmaktadır, bu bizden de uzaklaşıyor oldukları anlamına geliyor. Teleskopunuzu hangi yöne doğrultursanız doğrultun, uzak galaksiler bizden (ve birbirlerinden) giderek artan bir hızda uzaklaşmaktalar. Tüm evren, yani uzayın kendisi, muazzam bir hızla genişlemektedir.

Öyleyse neden bu genişlemenin etkisi galaksilerle sınırlı kalıyor diye sorabilirsiniz. Neden bir galaksinin içindeki yıldızlar da birbirlerinden uzaklaşmıyorlar? Siz ve ben, neden birbirimizden uzaklaşmıyoruz? Şöyle ki, bir galaksideki her şey gibi birbirine yakın halde kümelenmiş olan şeyler, komşularının kütle çekim kuvvetlerini en güçlü şekilde hissederler. Bu onları kendi içlerinde bir arada tutarken birbirine uzak cisimler (diğer galaksiler) evrenin genişlemesiyle birbirlerinden uzaklaşırlar. Size muhteşem bir şey daha söyleyeyim mi? Astronomlar evrenin genişlemesine baktılar ve zamanı geri sardılar. Yani adeta genişleyen evrenin bir filmini çekip filmi geri sarmış oldular. Ve bunu yaptıklarında galaksilerin birbirlerinden uzaklaşmak yerine yakınlaştıklarını gördüler. Dahası astronomlar bu filmden evrenin genişlemesinin başlamış olması gereken anı hesaplayabildiler. İşte o anın 13 ila 14 milyar yıl kadar önce olduğunu bu şekilde biliyorlar. O an, evrenin kendisinin başladığı andır ve ismi de şudur:

"büyük patlama".

Günümüzün evren "modelleri" büyük patlama ile başlayan tek şeyin evren olmadığını varsayıyorlar. Zamanın ve uzayın kendisinin de büyük patlamayla başladığını söylüyorlar. Bunu açıklamamı istemeyin benden çünkü evrenbilimci olmadığım için ben kendim de anlamıyorum. Ama belki şimdi neden tayfölçeri gelmiş geçmiş en önemli icatlardan biri olarak aday gösterdiğimi anlamışsınızdır. Gökkuşağı sadece bakılması güzel bir şey değil. Bir bakıma bize, zaman ve uzay dahil her şeyin nasıl başladığının hikayesini anlatır. Bence bu gökkuşağını daha bile güzel kılıyor.



9

UZAYDA



yalnız mıyız?

Bildiğim kadarıyla evrende uzaylıların varlığıyla ilgili olarak anlatılan çok eski söylencelerin sayısı pek fazla değil. Bunun nedeni belki de eskiden, üzerinde yaşadığımız dünyadan çok çok daha büyük bir evrenin varlığından haberdar olunmamasıydı. Bu fikir 1500'lü yıllarda bilim insanlarının, dünya ve diğer birkaç gezegenin güneşin yörüngesinde olduğunu keşfetmelerine kadar devam etti. Üstelik, değil galaksiler, yıldızların bize uzaklığı ve sayıları bile, yakın zamana dek bilinmiyordu. İnsanların, dünyanın bir yerinde "aşağıyı" işaret ettikleri zaman (mesela Borneo'da), dünyanın diğer

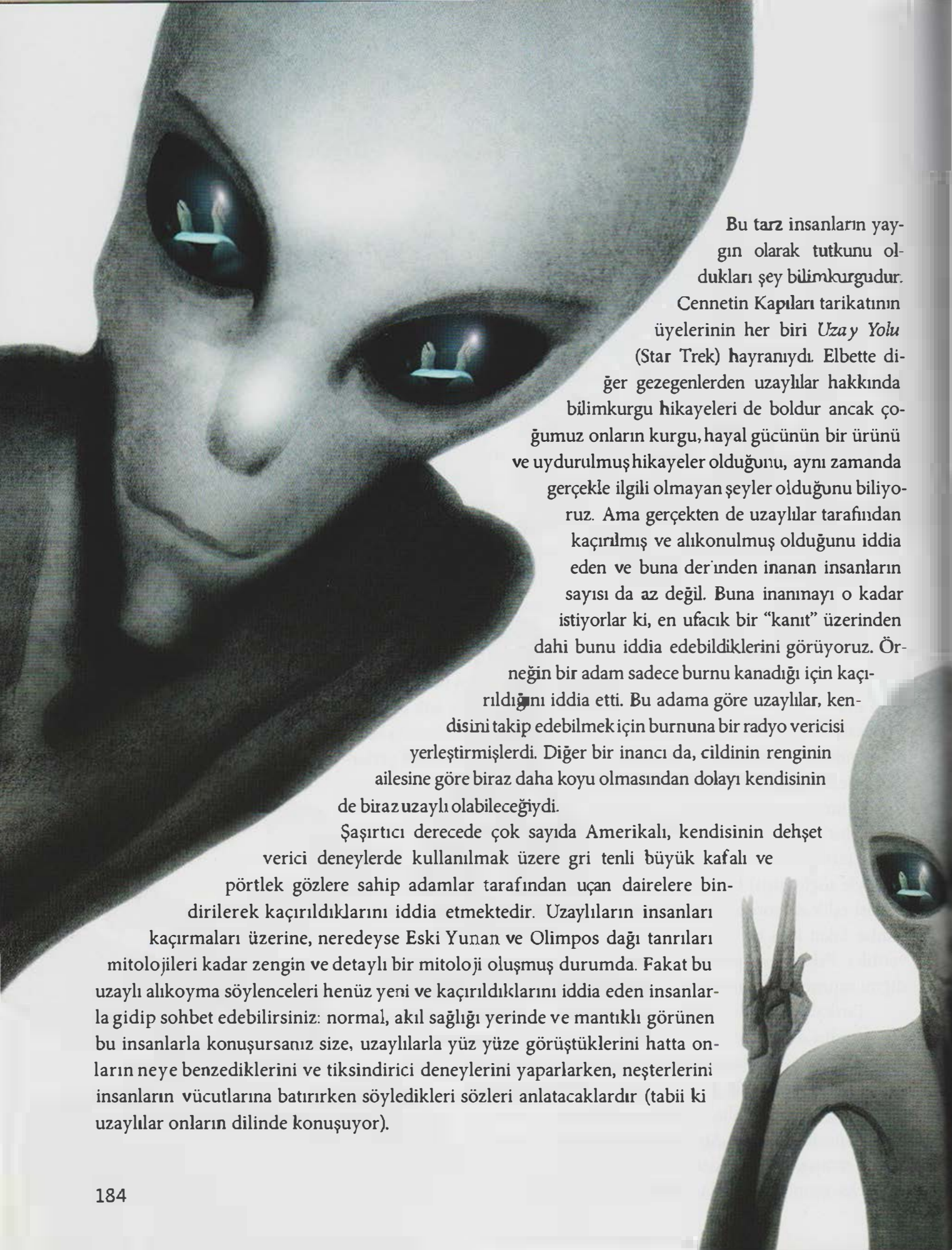


tarafında (bu örnekte Brezilya'da) bunun "yukarısı" olacağının farkına varmalarının üzerinden henüz çok az zaman geçti. Önceleri insanlar, "yukarısı" deyince bunun her yer için aynı yönü ifade ettiğini, yani "yukarının" gökyüzünün üzerinde tanrıların yaşadıkları yer olduğunu düşünmekteydi.

Acayip yaratıkların varlığıyla ilgili sayısız inanç ve söylenceler uzun zaman boyu anlatılagelmiştir: şeytanlar, ruhlar, cinler, hayaletler, vb... Ancak ben bu bölümde "Yalnız mıyız?" diye sorarken aslında "Evrenin başka yerinde de uzaylı yaşam biçimleri var mı?" demek istiyorum. Söylediğim gibi uzaylılar hakkındaki söylencelere ilkel kabileler arasında çok az rastlanılmaktadır. Bu fikirler modern şehirlerde yaşayanlar arasında çok daha yaygındır. Söz konusu çağdaş söylenceler eski söylencelerin aksine daha ilginçtir çünkü ilk ortaya çıktıkları andan itibaren gelişmelerini görebiliriz. Bu söylencelerin gözümüzün önünde ortaya çıkışını izliyoruz. Bu nedenle bu bölümde çağdaş söylencelerden bahsedeceğim.

1997'nin Mart ayında Kaliforniya'da Cennetin Kapısı adlı dindar bir tarikat, 39 üyesinin zehir içerek ölmesiyle acı bir son yaşadı. Bu 39 üyenin kendilerini öldürmelerinin arkasındaki neden ise, uzayda uzaklardan bir yerlerden gelecek olan bir ufonun, ruhlarını alıp başka bir dünyaya götüreceğine dair inançlarıydı. O günlerde Hale-Bopp adı verilen parlak bir kuyruklu yıldız gökyüzünde açıkça gözlenebiliyordu ve tarikatın inancına göre (çünkü ruhani liderleri onlara böyle söylemişti) bu kuyruklu yıldıza yolculuğunda bir uzay gemisi eşlik ediyordu. Bu olayı gözlemlemek için gidip bir teleskop aldılar fakat kısa bir süre sonra "çalışmıyor" diye aldıkları yere geri verdiler. Peki teleskopun çalışmadığını nasıl anlamışlardı? Çalışmadığını sanmışlardı çünkü uzay gemisi falan görememişlerdi.

Tarikat lideri Marshall Applewhite müritlerinin inandığı şeye kendisi de inanıyor muydu? Büyük olasılıkla inanıyordu çünkü zehri alanlardan biri de kendisiydi. Dolayısıyla hakikaten samimiyetle inanıyor olmalıydı! Çoğu tarikat lideri bu işi sadece kadın müritlere sahip olmak için yaparlar ancak Marshall Applewhite, tarikatta kendisini hadım etmiş eski üyelerden biriydi, bu yüzden görünen o ki seks onun için çok da öncelikli bir ihtiyaç değildi.



Bu tarz insanların yaygın olarak tutkunu oldukları şey bilimkurgudur. Cennetin Kapıları tarikatının üyelerinin her biri *Uzay Yolu* (Star Trek) hayranıydı. Elbette diğer gezegenlerden uzaylılar hakkında bilimkurgu hikayeleri de boldur ancak çoğumuz onların kurgu, hayal gücünün bir ürünü ve uydurulmuş hikayeler olduğunu, aynı zamanda gerçekle ilgili olmayan şeyler olduğunu biliyoruz. Ama gerçekten de uzaylılar tarafından kaçırılmış ve alıkonulmuş olduğunu iddia eden ve buna derinden inanan insanların sayısı da az değil. Buna inanmayı o kadar istiyorlar ki, en ufacık bir "kanıt" üzerinden dahi bunu iddia edebildiklerini görüyoruz. Örneğin bir adam sadece burnu kanadığı için kaçırıldığını iddia etti. Bu adama göre uzaylılar, kendisini takip edebilmek için burnuna bir radyo vericisi yerleştirmişlerdi. Diğer bir inancı da, cildinin renginin ailesine göre biraz daha koyu olmasından dolayı kendisinin de biraz uzaylı olabileceğiydi.

Şaşırtıcı derecede çok sayıda Amerikalı, kendisinin dehşet verici deneylerde kullanılmak üzere gri tenli büyük kafalı ve pörtlek gözlere sahip adamlar tarafından uçan dairelere bindirilerek kaçırıldıklarını iddia etmektedir. Uzaylıların insanları kaçırmaları üzerine, neredeyse Eski Yunan ve Olimpos dağı tanrıları mitolojileri kadar zengin ve detaylı bir mitoloji oluşmuş durumda. Fakat bu uzaylı alıkoyma söylenceleri henüz yeni ve kaçırıldıklarını iddia eden insanlarla gidip sohbet edebilirsiniz: normal, akıl sağlığı yerinde ve mantıklı görünen bu insanlarla konuşursanız size, uzaylılarla yüz yüze görüştüklerini hatta onların neye benzediklerini ve tiksindirici deneylerini yaparlarken, neşterlerini insanların vücutlarına batırırken söyledikleri sözleri anlatacaklardır (tabii ki uzaylılar onların dilinde konuşuyor).

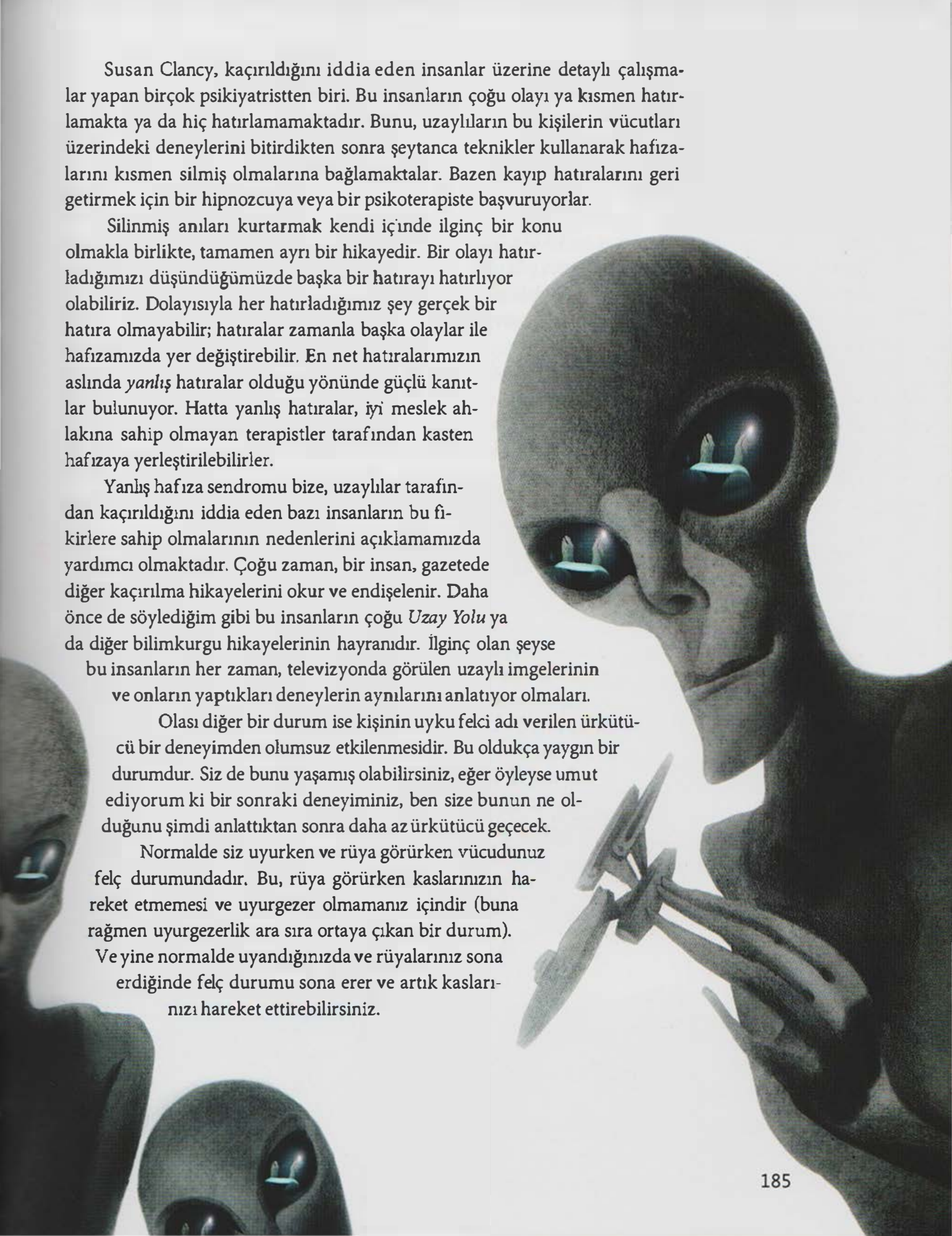
Susan Clancy, kaçırıldığını iddia eden insanlar üzerine detaylı çalışmalar yapan birçok psikiyatristten biri. Bu insanların çoğu olayı ya kısmen hatırlamakta ya da hiç hatırlamamaktadır. Bunu, uzaylıların bu kişilerin vücutları üzerindeki deneylerini bitirdikten sonra şeytanca teknikler kullanarak hafızalarını kısmen silmiş olmalarına bağlamaktalar. Bazen kayıp hatıralarını geri getirmek için bir hipnozcuya veya bir psikoterapiste başvuruyorlar.

Silinmiş anıları kurtarmak kendi içinde ilginç bir konu olmakla birlikte, tamamen ayrı bir hikayedir. Bir olayı hatırladığımızı düşündüğümüzde başka bir hatırayı hatırlıyor olabiliriz. Dolayısıyla her hatırladığımız şey gerçek bir hatıra olmayabilir; hatıralar zamanla başka olaylar ile hafızamızda yer değiştirebilir. En net hatıralarımızın aslında *yanlış* hatıralar olduğu yönünde güçlü kanıtlar bulunuyor. Hatta yanlış hatıralar, iyi meslek ahlakına sahip olmayan terapistler tarafından kasten hafızaya yerleştirilebilirler.

Yanlış hafıza sendromu bize, uzaylılar tarafından kaçırıldığını iddia eden bazı insanların bu fikirlere sahip olmalarının nedenlerini açıklamamızda yardımcı olmaktadır. Çoğu zaman, bir insan, gazetede diğer kaçırılma hikayelerini okur ve endişelenir. Daha önce de söylediğim gibi bu insanların çoğu *Uzay Yolu* ya da diğer bilimkurgu hikayelerinin hayranıdır. İlginç olan şeyse bu insanların her zaman, televizyonda görülen uzaylı imgelerinin ve onların yaptıkları deneylerin aynılarını anlatıyor olmaları.

Olası diğer bir durum ise kişinin uyku felci adı verilen ürkütücü bir deneyimden olumsuz etkilenmesidir. Bu oldukça yaygın bir durumdur. Siz de bunu yaşamış olabilirsiniz, eğer öyleyse umut ediyorum ki bir sonraki deneyiminiz, ben size bunun ne olduğunu şimdi anlattıktan sonra daha az ürkütücü geçecek.

Normalde siz uyurken ve rüya görürken vücudunuz felç durumundadır. Bu, rüya görürken kaslarınızın hareket etmemesi ve uyurgezer olmamanız içindir (buna rağmen uyurgezerlik ara sıra ortaya çıkan bir durum). Ve yine normalde uyandığınızda ve rüyalarınız sona erdiğinde felç durumu sona erer ve artık kaslarınızı hareket ettirebilirsiniz.



Fakat arada bir bilincinizin yerine gelmesi ile kaslarınızın yeniden canlanması arasında bir gecikme olur ve buna uyku felci denir. Tahmin edebileceğiniz gibi bu ürkütücü bir şeydir. Yarı uyanıksınız, odanızı ve içindeki her şeyi görebilmektesiniz ancak kıpırdayamamaktasınız. Uyku felci bazen korku verici halüsinasyonlara sebep olabilir. İnsanlar isim veremedikleri korkunç bir tehlike duygusuyla dolarlar. Bazen sanki rüyadaymış gibi orada olmayan şeyleri görürler ve tıpkı rüyadaki gibi, rüyayı gören kişi, gördüklerinin tamamen gerçek olduğunu düşünür.

Eğer uyku felci sorununuz varken bir halüsinasyon görecek olursanız bu sanrı nasıl bir şey olurdu? Günümüzdeki bir bilimkurgu hayranı, büyük kafaları ve yüzlerini kaplayan gözleri ile küçük gri adamlar görebilir. Önceki yüzyıllarda, bilimkurgu ortaya çıkmadan önce, insanların gördüğü imgeler farklıydı: gulyabaniler veya belki kurt adam ya da kan emen vampirler, (eğer şanslılarsa) güzel kanatlı melekler.

Buradaki esas nokta şu ki, uyku felcini deneyimleyen insanların gördükleri, gerçekte var olmamış ancak geçmiş korkulardan, efsanelerden veya kurgu öykülerden akılda kalanlardır. Hatta halüsinasyon görmeseler bile, deneyim o kadar korkutucudur ki, genellikle uyku felci mağdurları sonunda uyandıklarında başlarına korkunç bir şey gelmiş olduğuna inanırlar. Eğer özellikle vampirlere inanma eğiliminiz varsa, size bir kan emicinin saldırdığına dair kuvvetli bir inanç ile uyanabilirsiniz. Eğer ben uzaylıların insan kaçırmalarına özellikle ilgi duyuyorsam, uzaylılar tarafından kaçırılıp hafızamın silindiğine inanarak uyanabilirim.

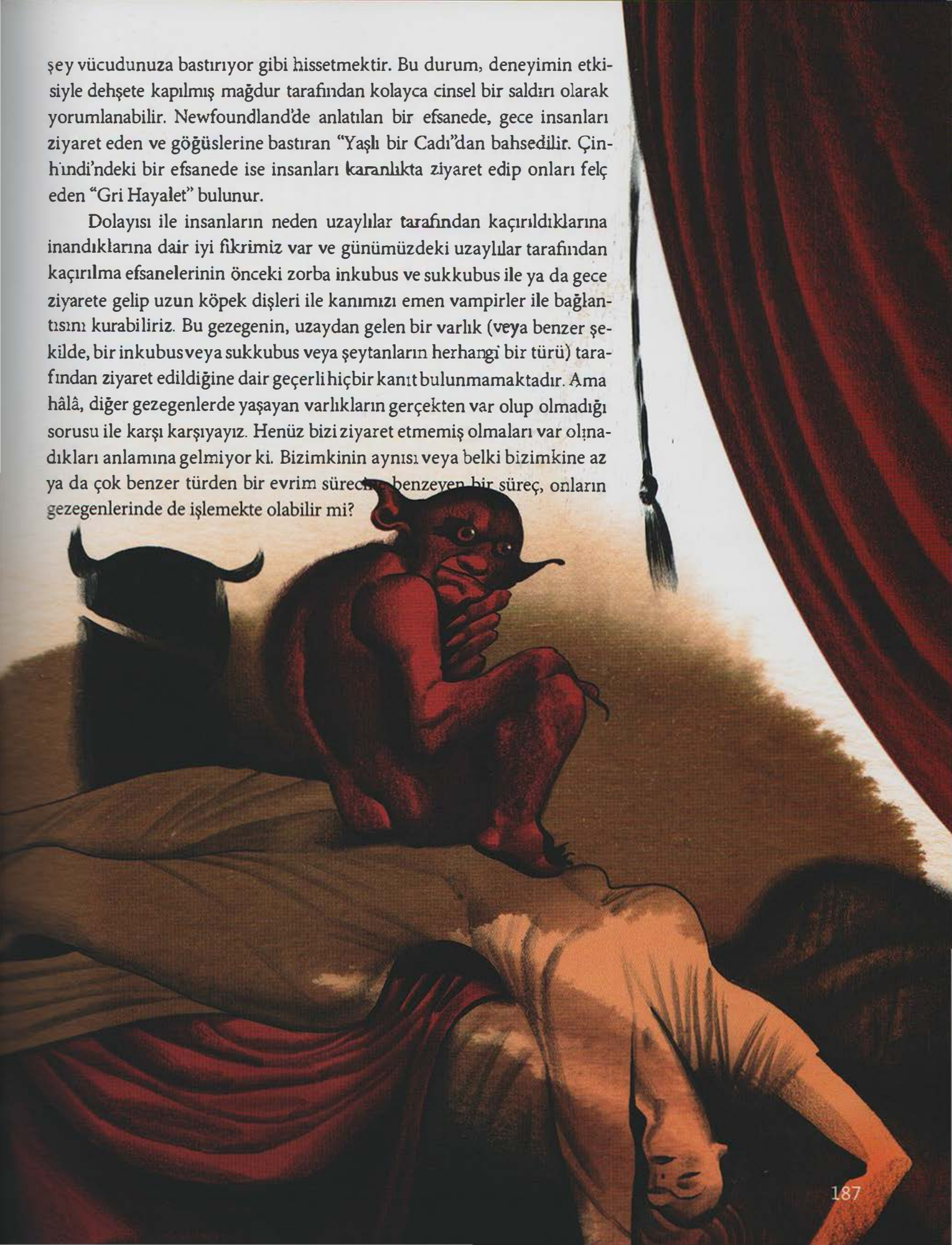
Genellikle uyku felci mağdurlarının başına gelen tipik şeylerden bir diğeri de, aslında uzaylı veya korkunç deney halüsinasyonları görmedikleri zaman bile, ne olmuş olabileceğine dair şüphelerinin zihinlerinde oluşturduğu korkunç izlenimlerin yalancı hatıralar olarak belleklerine yerleşmesidir. Bu süreç genellikle arkadaşlar ve aile tarafından güçlendirilir, onların hikayenin ayrıntıları için hevesle ağız araması ve hatta "Uzaylılar orada mıydı? Ne renktiler? Filmlerdeki gibi büyük gözleri var mıydı?" gibi hayalleri tetikleyici soruları sürecin ilerlemesine yardımcı olur. Hatta sorular bile yalancı hatıraların hafızaya sokulması ve kazınması için yeterli olabilir. İşe bu açıdan baktığınızda, 1992 tarihli anketin, yaklaşık dört milyon Amerikalının uzaylılar tarafından kaçırıldığını düşündüğü sonucuna varması şaşırtıcı değil.

Psikolog arkadaşım Sue Blackmore, uzaylı yabancılar fikri popülerleşmeden önce ortaya çıkan korkulara büyük bir ihtimalle uyku felcinin neden olmuş olabileceğine dikkat çekiyor. Ortaçağ'da insanlar bir "inkubusun" (bir kadın kurbanını onunla seks yapması için ziyaret eden erkek şeytan) veya "sukkubusun" (bir erkek kurbanını onunla seks yapması için ziyaret eden dişi şeytan) kendilerini gecenin ortasında ziyaret ettiğini iddia ediyorlardı. Uyku felcinin etkilerinden bir diğeri de, hareket etmeye çalıştığınızda bir

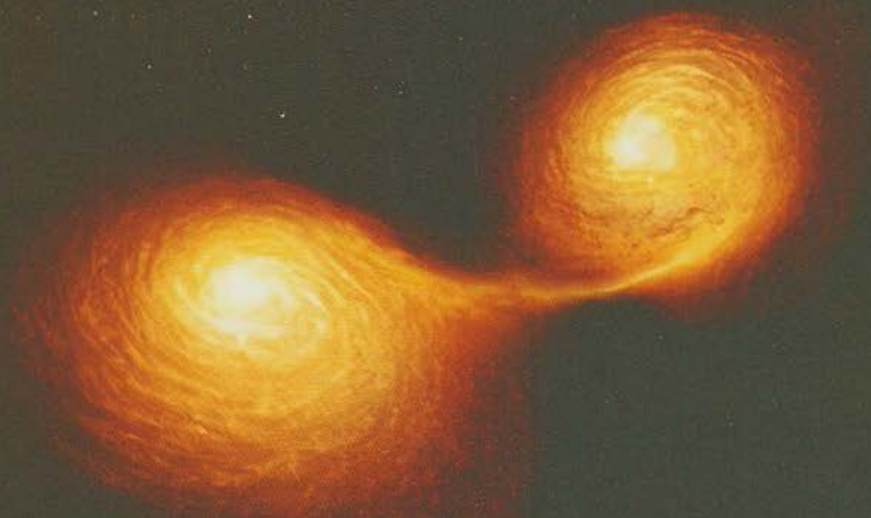


şey vücudunuza bastırıyor gibi hissetmektir. Bu durum, deneyimin etkisiyle dehşete kapılmış mağdur tarafından kolayca cinsel bir saldırı olarak yorumlanabilir. Newfoundland'de anlatılan bir efsanede, gece insanları ziyaret eden ve göğüslerine bastıran "Yaşlı bir Cadı"dan bahsedilir. Çinhindi'ndeki bir efsanede ise insanları karanlıkta ziyaret edip onları felç eden "Gri Hayalet" bulunur.

Dolayısı ile insanların neden uzaylılar tarafından kaçırıldıklarına inandıklarına dair iyi fikrimiz var ve günümüzdeki uzaylılar tarafından kaçırılma efsanelerinin önceki zorba inkubus ve sukkubus ile ya da gece ziyarete gelip uzun köpek dişleri ile kanımızı emen vampirler ile bağlantısını kurabiliriz. Bu gezegenin, uzaydan gelen bir varlık (veya benzer şekilde, bir inkubus veya sukkubus veya şeytanların herhangi bir türü) tarafından ziyaret edildiğine dair geçerli hiçbir kanıt bulunmamaktadır. Ama hâlâ, diğer gezegenlerde yaşayan varlıkların gerçekten var olup olmadığı sorusu ile karşı karşıyayız. Henüz bizi ziyaret etmemiş olmaları var olmadıkları anlamına gelmiyor ki. Bizimkinin aynısı veya belki bizimkine az ya da çok benzer türden bir evrim süreci benzeyen bir süreç, onların gezegenlerinde de işlemekte olabilir mi?



DİĞER GEZEGENLERDE GERÇEKTEN HAYAT VAR MI?



CEVABI KİMSE BİLMİYOR. Eğer beni o veya bu şekilde bir görüş bildirmeye zorlarsanız, evet derim; muhtemelen milyonlarca gezegende hayat var. Fakat bir görüş kimin umurunda olur ki? Doğrudan bir kanıt mevcut değil. Bilimin en büyük erdemlerinden biri de, bilim insanlarının bir şeyin cevabını bilmedikleri zaman bunun farkında olmalarıdır. Bir şeyi bilmediklerini neşeyle itiraf ederler. Neşeyle, çünkü cevabı bilmemek onu bulmaya çalışmak için heyecan verici bir maceradır.

Bir gün diğer gezegenlerde canlılığa dair elimize kesin bir kanıt geçtiği zaman bundan emin olacağız. Şimdilik bir bilim insanının yapabileceği en iyi şey, belirsizliği azaltabilecek, varsayımlar yerine olasılık tahmini yürütebilmemizi sağlayacak her türlü bilgiyi kaydetmektir. Ve bu, kendi içinde yapılması ilginç ve zorlu bir şeydir.

Sormamız gereken ilk soru kaç tane gezegenin bulunduğudur. Çok yakın zamana kadar, sadece güneşimizin yörüngesindekilerin var olduğuna

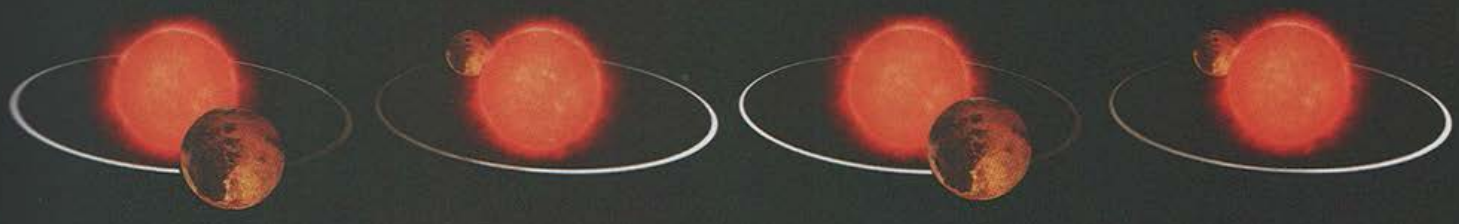
inanmak mümkündü çünkü gezegenler en büyük teleskoplarla bile tespit edilemiyordu. Günümüzde pek çok yıldızın gezegenleri olduğuna dair elimizde iyi kanıtlar var ve neredeyse her gün güneş sistemi dışında yeni gezegenler keşfediliyor. Bunlar Güneş dışındaki yıldızların etrafında dönen gezegenlerdir.

Bir gezegenin keşfedilmesinin en kolay yolunun teleskop aracılığıyla onu görebilmek olduğunu düşünebilirsiniz. Ne yazık ki gezegenler çok uzaklardan görünemeyecek kadar sönüktür, kendi başlarına parlamazlar sadece yıldızlarının ışığını yansıtırlar, dolayısıyla onları doğrudan göremeyiz. Doğrudan olmayan yöntemlere güvenmek zorundayız ve en iyi yöntem yine 8. Bölüm'de karşılaştığımız bir cihaz olan tayfölçerin kullanımıdır. Bunu işte şöyle yapıyoruz:

Bir gök cismi yaklaşık olarak aynı boyutlardaki başka bir gök cisminin yörüngesine oturduğunda, her iki cisim birbirinin yörüngesinde hareket etmeye başlar, çünkü birbirleri üzerinde yaklaşık olarak eşit çekim kuvveti uygularlar. Gökyüzüne baktığımızda gördüğümüz yıldızların birçoğu aslında, sanki görünmez bir çubuk ile bağlanmış ve bir halterin iki ucu gibi birbirlerine bağlı, birbirinin yörüngesinde olan iki yıldızdır ve yıldız ikilisi diye adlandırılırlar. Kütlelerden biri diğerinden çok daha küçük olduğundaysa, yani bir gezegen ile o gezegenin yıldızı arasındaki durumda olduğu gibi, büyük olan küçük olanın kütle çekimi karşısında sadece belli belirsiz kımıldarken, küçük olan büyük olanın etrafında vız vız döner. Dünya'nın Güneş'in yörüngesinde olduğunu söylüyoruz, ama aslında Güneş de Dünya'nın çekim kuvvetine karşı minik hareketler yapmaktadır. Ayrıca Jüpiter gibi büyük bir gezegen, yıldızının konumu üzerinde fark edilir bir etki yapabilir. Yıldızın bu ufak hareketleri, yıldız "güzergâhı" boyunca saymak için çok küçüktür. Fakat yıldızın hareketine sebep olan gezegeni göremesek bile, elimizdeki kimi cihazlar sayesinde, çok küçük bile olsalar bu hareketleri tespit edebiliriz.

Yıldızın bu küçük hareketlerini nasıl tespit edebildiğimiz kendi içinde ilginç bir konudur. Herhangi bir yıldız en iyi teleskopla bile gerçekten hareket ettiğini görebilmemiz için çok uzaktadır. Ama, garip biçimde bir yıldızın hareketini görmememize rağmen, yaptığı hızı hesaplayabiliriz. Tuhaf gelebilir ama, tam olarak bu noktada tayf ölçer devreye giriyor. 8. bölüm'de bahsettiğimiz Doppler etkisini hatırladınız mı? Yıldızın hareketi bizden uzağa doğru gerçekleştiğinde, gelen ışık kırmızıya kayacaktır. Yıldızın hareketi bize doğru gerçekleştiğinde ise ışığı maviye kayacaktır. Dolayısı ile bir yıldızın yörüngesinde bir gezegen var ise, tayfölçer bize ritmik olarak kırmızı-mavi-kırmızı-mavi şeklinde titreşimler gösterecektir ve bu düzenli ışık kayması zamanlamaları bize gezegenin kendi yıldızı etrafında dönme süresini verecektir. Tabi ki birden fazla gezegen olduğunda bu durum biraz daha karışık bir hal alır. Ama astronomlar matematikte iyidirler ve bu karmaşık durumla başa çıkabilirler. Bu satırlar yazılırken (Ocak 2011) bahsettiğim bu yöntem kullanılarak 484 gezegen ve 408 yıldız tespit edilmişti. Siz bunu okuduğunuzda şüphesiz bu sayı daha fazla olacaktır.

Gezegenleri tespit etmek için başka yöntemler de mevcuttur. Örneğin, bir gezegen yıldızının yörüngesinin belirli bir kısmından geçerken, yıldızın yüzeyinde küçük bir kısım belirsizleşir veya tutulur. Tıpkı, Ay'ın Güneş tutulmasına sebep olması gibi, fakat bu durumda ay çok yakın olduğu için daha büyük görünür.

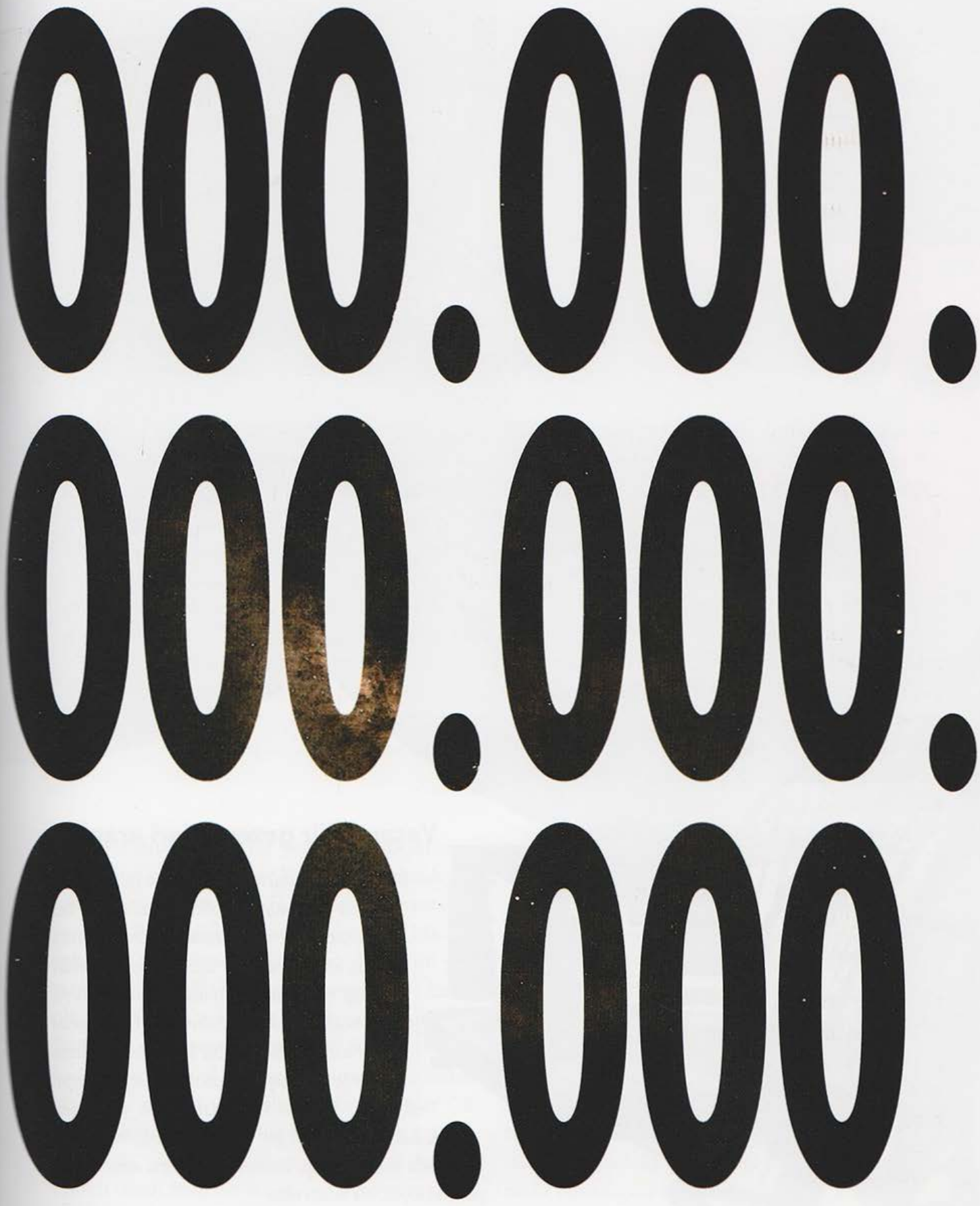


10.000.

Bir gezegen kendi yıldızı ve bizim aramıza girdiğinde de, yıldızı çok yavaşça sönükleşir ve bazen cihazlarımız bu sönükleşmeyi tespit edebilecek kadar hassas olabilir. Şimdiye kadar bu yolla 110 gezegen keşfedilmiştir. Bunlardan başka 35 gezegenin tespit edilmesinde etkili olan birkaç farklı yöntem daha var. Bazı gezegenler bu teknikler arasından birden fazlası kullanılarak tespit edilmiştir ve galaksimizde Güneş dışındaki yıldızların yörüngesinde bulunan gezegenlerin mevcut genel toplamı 519'dur.

Galaksimizde, gezegenleri ararken gözlemlediğimiz yıldızların büyük çoğunluğunun yörüngesinde gezegenlerin olduğu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla eğer galaksimizin tipik bir örnek olduğunu varsayarsak, muhtemelen evrendeki çoğu yıldızın yörüngesinde gezegenleri olduğu sonucuna varabiliriz. Galaksimizdeki yıldızların sayısı yaklaşık olarak 100 milyar ve evrendeki galaksilerin sayısı da yaklaşık o kadar. Bu da, toplamda 10.000 milyar yıldız gibi bir sayı demek. Bilinen yıldızların yaklaşık olarak %10 kadarı astronomlar tarafından "güneş benzeri" olarak tanımlanmıştır. Güneşten çok farklı olan yıldızlar gezegenlere sahip olsalar bile çeşitli nedenlerden ötürü bu gezegenlerin üzerinde yaşamı desteklemeleri olası değildir: Örneğin, güneşten çok daha büyük olan yıldızlar, patlamadan önce çok uzun süre varlıklarını sürdürme eğiliminde değildirler. Ama kendimizi güneş benzeri yıldızların yörüngesindeki gezegenlerle sınırlasak bile, elimizde katrilyonlarcası olacak demektir, ki bu sayıyla bile durumu hafife alıyor olma olasılığımız var.

Peki "doğru türde bir yıldızın" yörüngesindeki bu gezegenlerin kaç tanesi, yaşamı desteklemek için uygundur? Şimdiye kadar güneş sistemi dışında keşfedilen gezegenlerin büyük çoğunluğu "Jüpiter" türü gezegenlerdir. Bu, onların çoğunun yüksek basınçlı gazdan meydana gelen "gaz devleri" olması demektir. Gezegenleri keşfetme yöntemimiz genellikle Jüpiter türü gezegenlerden daha küçük herhangi bir şeyi tespit edecek yeterlilikte hassasiyete sahip olmadığı için, bu durum şaşırtıcı değildir. Ve Jüpiter türü gezegenler, yani gaz devleri, bildiğimiz kadarı ile yaşam için uygun değildir. Tabi bu demek değildir ki tek muhtemel yaşam biçimi bizim bildiğimiz gibi bir yaşam biçimidir. Jüpiter'de bile yaşam olabilir, gerçi ben bundan şüpheliyim. Sözünü ettiğimiz katrilyonlarca gezegenin içinden kaç tanesinin Jüpiter benzeri gaz devleri gibi değil de Dünya benzeri kayalık gezegenler olduğunu bilmiyoruz. Fakat bu oran çok küçük olsa bile, kesin sayı yine de yüksektir çünkü toplam sayı çok ama çok büyüktür.


000.000.
000.000.
000.000



Yaşanabilir gezegenleri aramak

Bildiğimiz kadarıyla yaşam suya bağlıdır. Yine de dikkatimizi bildiğimiz türde bir hayat biçimine sabitlemekten kaçınmamız gerek, ama şu an için egzobiyologlar (dünya dışı hayat arayan bilim insanları) suyu esas olan şey olarak kabul ediyor, o kadar ki çabalarının büyük bir kısmı suyun izini göklerde aramaya harcanıyor. Suyun tespit edilmesi, hayatın kendisini tespit etmekten çok daha kolaydır. Eğer suyu bulursak, bu orada kesinlikle hayat olduğu anlamına gelmez, ama doğru yönde büyük bir adım olur.



Bildiğimiz türde bir yaşamın varolabilmesi için suyun en azından bir kısmının sıvı halde bulunması gereklidir. Buz da, buhar da işe yaramayacaktır. Bugün öyle olmasa da geçmişte Mars'ın yakından incelenmesi sıvı suyun delillerini göstermiştir. Ve diğer pek çok gezegen, sıvı halde olmasa da en azından bir miktar su bulundurur. Jüpiter'in uydularından biri olan Europa buz ile kaplıdır ve haklı olarak buzun altında sıvı sudan bir deniz olduğu varsayılmaktadır. İnsanlar Güneş sisteminde dünya dışı hayat için en iyi adayın Mars olacağını düşünmüşlerdi ve Percival Lowell isimli ünlü bir astronom, Mars yüzeyinde gözlenen çaprazlamasına çizgilerin su kanalları olduğunu bile iddia etmişti. Günümüzde artık uzay araçlarımız Mars'ın detaylı fotoğraflarını çekmektedir ve hatta gezegenin yüzeyine bile inmiştir; kanalların ise Lowell'ın hayal gücünün bir ürünü olduğu ortaya çıkmıştır. Günümüzde Europa, Güneş sistemimizdeki dünya dışı hayat iddialarının merkezindeki Mars'ın yerini almış bulunuyor, ama çoğu bilim insanı daha uzaklara bakmamız gerektiğini düşünüyor. Kanıtlar Güneş sistemi dışındaki gezegenlerde özellikle suyun nadir olmadığına işaret etmektedir.



Peki ya sıcaklık? Eğer bir gezegen yaşamı destekliyorsa sıcaklığının ayarı nasıl olmalı? Bilim insanlarının "Yaşanabilir bölge" diye bir tabiri var. Bununla çok sıcak ve çok soğuk iki uç noktanın arasında olan "tam olarak istenilen" bölgeyi kastediyorlar. Dünya'nın yörüngesi yaşam için "tam olarak istenilen" koşuldadır: suyun sürekli kaynayacağı şekilde Güneş'e yakın değil, veya suyun donup tamamen katılaşacağı ve bitkilerin beslenmesi için yeterli Güneş ışığının bulunmayacağı kadar uzakta da değildir. Evrende katrilyonlarca gezegen bulunmasına rağmen, gezegenlerin yıldızlarından uzaklıkları ve sıcaklıkları söz konusu olduğunda bunların ancak çok küçük bir bölümünün tam olarak istenilen koşullarda olmasını bekleyebiliriz.

Geçenlerde (Mayıs 2011), Gliese 581 isimli yıldızın yörüngesinde bizden 20 ışık yılı kadar uzakta (yıldızlar arası uzaklık kadar değil ama yine de insan standartları için büyük mesafe) bir "Yaşanabilir gezegen" keşfedildi. Bu gezegenin yıldızı, Güneş'ten çok daha küçük olan bir kırmızı cüce ve buna bağlı olarak yıldızın yaşanabilir alanı da güneşinkinden daha yakın. En az altı gezegeni var: Gliese 581e, b, c, g, d ve f. Bunların pek çoğu Dünya gibi küçük, kayalık gezegenler. Bunlardan Gliese 581d'nin, sıvı su için yaşanabilir alanda olduğu düşünülmekte. Aslında Gliese 581d'de su olup olmadığı bilinmiyor, ama eğer varsa buz veya buhardan çok sıvı halde olması muhtemel. Kimse Gliese 581d'de gerçekten hayat olduğunu ileri sürmüyor, gezegenleri aramaya başlamamızdan çok kısa bir süre sonra bu gezegeni keşfetmiş olmamız, muhtemelen daha pek çok yaşanabilir gezegen olduğunu düşündürüyor.


Çok sıcak
Yıldız

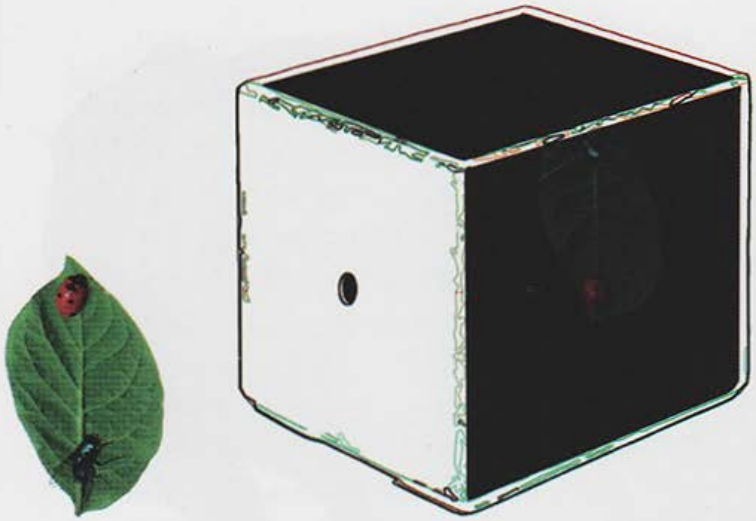
Peki ya gezegenin boyutu? Ne daha büyük, ne daha küçük, tam olarak yaşanabilir bir gezegen büyüklüğü var mı? Gezegenin büyüklüğünün, daha doğrusu kütlesinin, yerçekiminden ötürü yaşam üzerinde büyük bir etkisi vardır. Dünya ile aynı çapa sahip bir gezegen çoğunlukla som altından meydana gelmişse kütlesi dünyadan üç kat daha büyük olacaktır. Bu durumda o gezegenin yerçekimi, Dünya'da alışık olduğumuzdan üç kat daha fazla olacaktır. Gezegende yaşayan canlılar dahil her şey üç kat daha ağırlaşacaktır. Bir ayağı diğerinin önüne atmak için büyük bir çaba gerekecektir. Gergedan büyüklüğünde bir hayvan kendi ağırlığında ezilebilecekken, fare büyüklüğünde bir hayvan vücudunu destekleyebilmek için kalın kemiklere ihtiyaç duyacaktır ve minyatür bir gergedan gibi hantal yürüyecektir.

Altının Dünya'yı meydana getiren demir, nikel ve diğer şeylerden daha ağır olması gibi, kömür de bunlardan daha hafiftir. Dünya büyüklüğünde ama çoğunlukla kömürden meydana gelen bir gezegen, alışkın olduğumuzun sadece beşte biri kadar çekim kuvveti uygulayacaktır. Bu defa, gergedan büyüklüğünde bir hayvan, örümceğe benzeyen ince, cılız bacakları üzerinde sıçrayabilecektir. Ve gezegendeki diğer koşullar da uygun ise en büyük dinozorlardan bile çok daha büyük hayvanlar rahatça evrilebilecektir. Ay'ın çekim kuvveti Dünya'nın çekim kuvvetinin altıda biridir. Bu nedenle astronotların aydaki yürüyüşleri zıplayarak koşmak şeklinde görünen ilginç bir hareketti, ki bu hareket, astronotların kocaman uzay giysileri yüzünden oldukça komik görünüyordu. Aslında bu gibi zayıf çekim kuvvetine sahip bir gezegende evrim geçiren bir hayvan çok daha farklı yapılar geliştirirdi, doğal seçilim bu durumun icabına bakardı.

Eğer nötron yıldızında olduğu gibi çekim kuvveti çok güçlü ise, orada yaşam olmayacaktır. Nötron yıldızı bir çeşit çökmüş yıldızdır. 4. Bölüm'de öğrendiğimiz üzere, madde normalde hemen hemen tamamen boşluktan oluşur. Atom çekirdekleri arasındaki uzaklık, çekirdeklerin kendi büyüklükleri ile kıyaslandığında oldukça büyüktür. Ama bir nötron yıldızına "çökmüş" derken kastettiğimiz, bütün o boş alanın olmamasıdır. Nötron yıldızı, sadece bir şehir büyüklüğünde olsa bile Güneş'in kütlesi kadar bir kütleye sahip olabilir, dolayısı ile çekim kuvveti yıkıcı bir şekilde güçlüdür. Eğer bir nötron yıldızına düşseydiniz, Dünya'daki ağırlığınızın yüz milyar katı kadar daha ağırlaşırdınız. Dümdüz olurdunuz. Hareket edemezdiniz. Bir gezegenin yaşanabilir alanın dışına çıkması için nötron yıldızının çekim kuvvetinin sadece küçük bir kısmına sahip olması yeterli olacaktır, ki bu sadece bizim bildiğimiz türde yaşam için değil, aynı zamanda hayal edebildiğimiz olası yaşam çeşitleri için de geçerli.







Burada size bakıyor



Eğer diğer gezegenlerde yaşayan canlılar olsaydı, neye benzerlerdi? Bilim kurgu yazarlarının uzaylıları, büyük kafalar veya ilave gözler, veya belki kanatlar gibi birkaç ayrıntı dışında insanlara benzer şekilde hayal etmeler'inin, biraz işin kolayına kaçmak olduğuna dair genel bir kanı mevcut. Hatta uzaylılar insansı resmedilmediklerinde bile, çoğu uzaylı çok açık bir şekilde örümcek, ahtapot veya mantar gibi tanıdık canlıların sadece değiştirilmiş versiyonlarıdır. Ama belki de bu durum sadece tembellik ve hayal gücü yoksunluğundan kaynaklanmıyor. Eğer uzaylılar gerçekten varsa (ve bence muhtemelen varlar), belki gerçekten de onların bize çok alışılmadık görünmeyeceğini varsaymak için iyi nedenlerimiz var. Kitaplarda veya filmlerde uzaylılar, herkesin bildiği gibi pörtlek gözlü canavarlar olarak tanımlanır, dolayısıyla ben de burada gözleri örnek olarak ele alacağım. Bacakları veya kanatları veya kulakları da ele alabilirdim (ya da hayvanların neden tekerlekleri olmadığı üzerine kafa yorabilirdim!) Ama gözlerden vazgeçmeyeceğim ve eğer gerçekte uzaylılar varsa, onların gözleri olabileceğini düşünmenin aslında tembelce bir hareket olmadığını göstermeye çalışacağım.

Gözlere sahip olmak oldukça yararlıdır ve bu durum çoğu gezegen için geçerli olacaktır. Işık, kimi fiziksel sebeplerden dolayı, doğrusal olarak yol alır. Bir yıldızın etrafında olduğu gibi, ışığın bulunduğu her yerde yolunuzu bulmak, gezinmek, nesnelerin nerede olduklarını saptamak için ışık ışınlarını kullanmak teknik olarak kolaydır. Üzerinde yaşam bulunan herhangi bir gezegen büyük olasılıkla bir yıldızın yakınında olacaktır, çünkü haliyle yıldız, yaşam için gerekli olan enerjinin kaynağıdır. Sonuç olarak, yaşamın var olduğu yerde ışığın da bulunması ihtimali yüksektir ve ışığın olduğu yerde, çok kullanışlı olacakları için gözlerin evrilmesi çok muhtemeldir. Bizim gezegenimizde gözlerin, düzinelerce kez birbirinden bağımsız şekilde evrilmiş olması şaşırtıcı değildir.



Bir göz yapmanın sınırlı sayıda yolu vardır, ve bence bunların her biri hayvanlar alemimizin bir yer'inde evrilmiştir. Yukarıda soldaki resimdeki bir kamera gözdür, aynı kamera gibi, küçük bir delikten ışığı içeri alan karanlık bir odadır. Mercek, arkadaki bir ekrana, yani retinaya, görüntünün tepetaklak olarak düşmesini sağlar ve görüntüyü odaklar. Hatta aslında mercek bile şart değildir. Eğer yeterli kü-

çüklükteyse basit bir delik de iş görür ama bu çok az ışığın geçmesi ve görüntünün çok sönük olması demektir, tabi eğer gezegen yıldızından bizim güneşten aldığımızdan çok daha fazla ışık almıyorsa. Bu tabii ki de mümkündür, böyle bir durumda gerçekten de uzaylılar iğne deliği gözlere sahip olabilirdi. İnsan gözünün (kamera gözün hemen yanında, sağda) retinada odaklanan ışığın miktarını artırmak için bir merceği vardır. Arkadaki retina, ışığa duyarlı ve sinirler aracılığıyla beyne bunu ileten hücrelerle kaplıdır. Bütün omurgalılar bu türden gözlere sahiptir, kamera göz ise, ahtapot da dahil başka pek çok çeşit hayvan türünde, diğer göz tipinden bağımsız olarak evrilmiştir. Bu arada, tabii ki insan tasarımcılar tarafından da keşfedilmiştir.

Zıplayan örümcekler (aşağıda solda) garip türden bir tarayıcı göze sahiptir. Bu da aslında kamera göze benzer, fakat retinası, ışığa duyarlı hücrelerin kapladığı bir perde olmak yerine dar bir şerit şeklindedir. Bu şerit retina, kendisini hareket ettiren ve böylece örümceğin önündeki görüntüyü "tarayan" kaslara bağlıdır. Şaşırtıcı olarak bu biraz televizyon kamerasının yaptığına benzer, zira televizyon kamerasının görüntünün tamamını göndermek için sadece bir kanalı vardır. Kamera salınıyı boylu boyunca, çizgi çizgi tarar ama bunu o kadar hızlı yapar ki neticede bize ulaşan görüntü tek bir resim halindedir. Zıplayan örümceklerin gözleri tarama işlemini bu kadar hızlı yapamazlar ve karşılarındaki görüntüde, sinekler gibi "ilginç" kısımlara odaklanma eğilimindedirler, ama yine de prensip aynıdır.

Bunun dışında bir de, böceklerde, karideslerde ve diğer çeşitli hayvan gruplarında bulunan petek göz (aşağı sağda) vardır. Petek göz, bir yarı kürenin merkezinden dışarı uzanan yüzlerce tüpçükten oluşur. Her tüpün ucu küçük bir mercek ile kaplıdır, dolayısıyla tüplerin her birini minyatür bir göz olarak düşünebilirsiniz. Ama bu mercek kullanılabilir bir görüntü oluşturmaz: sadece ışığı tüpte toplar. Her tüp ışığı farklı bir yönden aldığı için, beyin görüntüyü yeniden oluşturmak için hepsinden gelen bilgiyi birleştirir: bu oldukça kaba bir görüntü olsa da, örneğin yusufçukların uçmakta olan bir avı yakalamalarını sağlayacak kadar iyidir.



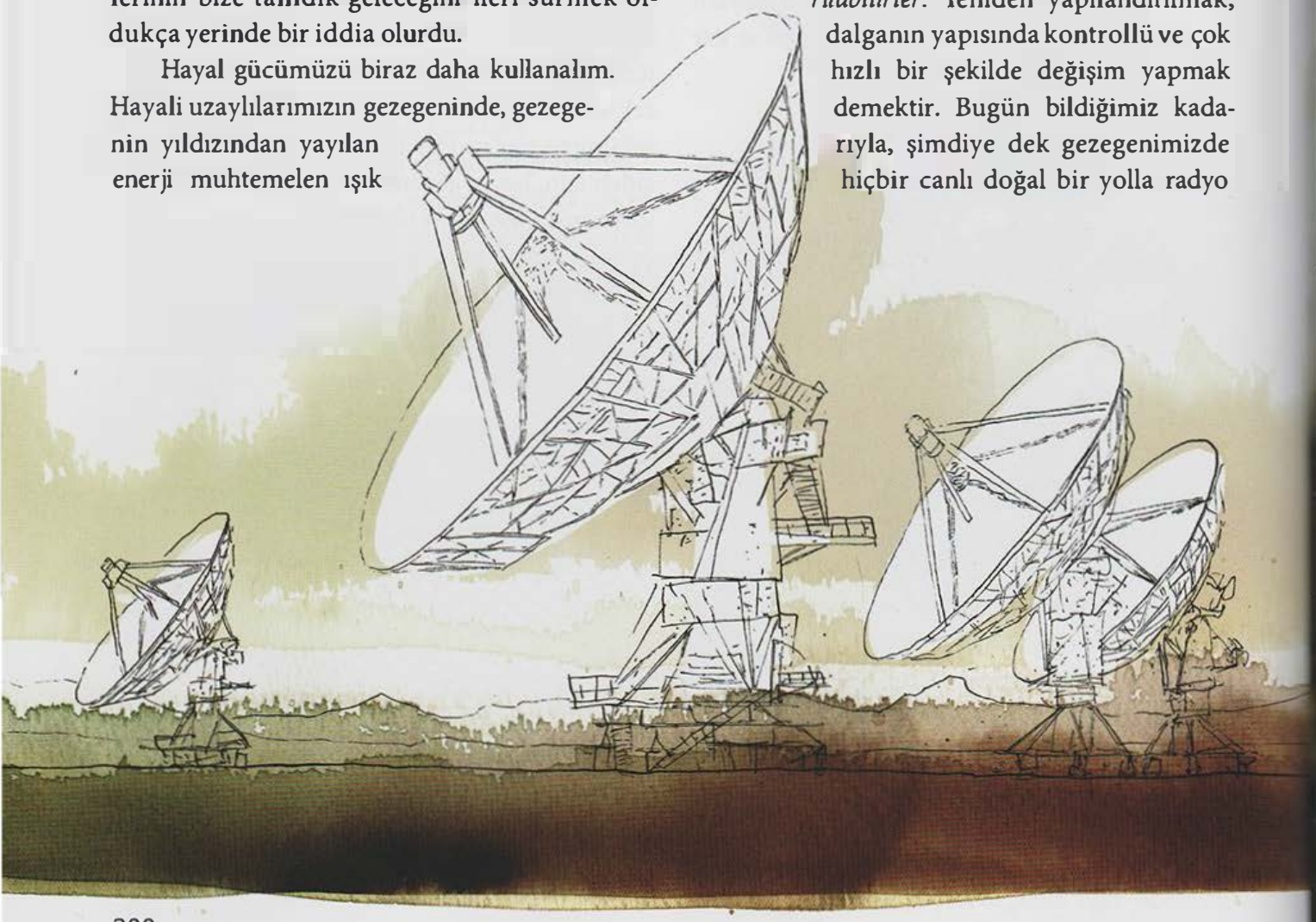


En büyük teleskoplarımızda mercek yerine kavisli ayna kullanırız ve bu prensip, özellikle deniz taraklarında olmak üzere hayvanların gözlerinde de kullanılır. Deniz taraklarının gözü, retinadaki görüntüye odaklanmak için kavisli bir ayna kullanır, fakat ayna retinanın önünde konumlanmıştır. Bu da, ister istemez ışığın bir kısmının retinaya ulaşmasını engeller, ki bu durumun benzeri teleskoplar için de geçerlidir. Neyse ki ışığın büyük çoğunluğu aynadan geçebildiği için bu o kadar da önemli değil.

Bu saydıklarımız bu gezegendeki hayvanlarda evrilmiş olan (üstelik çoğu birden fazla kez evrilmiş olan) ve bilim insanlarının hayal edebileceği göz oluşturma yollarının hemen hemen tamamını oluşturur. Eğer başka gezegenlerde görebilen canlılar varsa, onların görme yöntemlerinin bize tanıdık geleceğini ileri sürmek oldukça yerinde bir iddia olurdu.

Hayal gücümüzü biraz daha kullanalım. Hayali uzaylılarımızın gezegeninde, gezegenin yıldızından yayılan enerji muhtemelen ışık tayfının uzun dalgaboyları ucundaki radyo dalgalarından, kısa dalgaboyları ucundaki X ışınlarına kadar uzanır. Uzaylılar niye kendilerini tayfın "ışık" dediğimiz frekanslarının bulunduğu dar bir şeridi ile sınırlasınlar ki? Belki radyo gözlere sahipler. Belki X ışınlarını algılayabilen gözleri var.

İyi bir görüntü yüksek çözünürlüğe bağlıdır. Bu ne anlama geliyor? Çözünürlük arttıkça birbirinden ayrı görünen iki farklı nokta arasındaki uzaklık azalır. İşte bu yüzden uzun dalga boylarının çözünürlüğü iyi değildir. Kısa dalga boyları ise milimetreden de küçük uzunluklarla ölçüldüklerinden mükemmel bir çözünürlük sağlarlar, fakat radyo dalga boyları metre bazında ölçülür. Yani radyo dalgaları görüntü oluşturmak için kötü bir araçken, iletişim amaçlı kullanılmak için iyidir çünkü *yeniden yapılandırılabilirler*. Yeniden yapılandırılmak, dalganın yapısında kontrollü ve çok hızlı bir şekilde değişim yapmak demektir. Bugün bildiğimiz kadarıyla, şimdiye dek gezegenimizde hiçbir canlı doğal bir yolla radyo



dalgalarını yayabilecek, ayarlayabilecek ve algılayabilecek yönde evrilmemiştir: bunun gerçekleşmesi ancak insanların teknolojik gelişimiyle mümkün oldu. Ama belki başka gezegenlerde doğal yoldan radyo dalgaları ile iletişim kurabilen canlılar olabilir.

Peki ya görünür ışık dalgalarından daha kısa olan dalgalar (mesela X ışınları) söz konusuysa? X ışınlarını odaklamak çok zordur, zaten bu yüzden kullandığımız röntgen makineleri gerçek görüntü yerine daha çok gölgesel resimler üretir. Ama başka bir gezegendeki bir yaşam biçiminin X ışınları görüş yeteneğine sahip olması imkansız değildir.

Her çeşit görüş yeteneği, ışınların doğrusal ya da en azından tahmin edilebilir bir rotada ilerlemelerine bağlıdır. Işık ışınlarının, aynı siste olduğu gibi, her yöne saçılmış olmaları görmek için iyi değildir. Kalın bir sis tabakası ile sürekli örtülü olan bir gezegen gözün evrilmesine önayak olacak bir ortam değildir. Böyle bir gezegen, gözler yerine, yarasalar, yunuslar ve insan yapımı denizaltılarda kullanılan "sonar" benzeri bir çeşit yankı ile yol alma sisteminin evrilmesi için uygun bir ortam olacaktır. Nehir yunusları sonar kullanmakta oldukça başarılıdır çünkü içinde yaşadıkları su o kadar bulanıktır ki adeta sisli hava gibidir. Sonar, gezegenimizdeki hayvanlarda (yarasalar, balinalar ve mağarada yaşayan kuşların iki farklı türü olmak üzere) en az dört kez evrilmiştir. Yabancı bir gezegende sonar evrimine rastlamak, özellikle bu gezegen sürekli olarak bir sis tabakası ile kaplı ise, hiç şaşırtıcı olmaz.





Veya, eğer yabancı gezegendeki canlılar iletişim için radyo dalgalarını işleyebilecek organlara sahip olacak şekilde evrildilerse bu hayvanların yollarını bulmasını sağlayabilecek ve siste de çalışabilecek uygun bir radar sistemi de evrilmiş olabilir. Gezegenimizde, kendi oluşturdukları elektriksel alandaki sapmaları kullanarak yollarını bulabilme kabiliyetine sahip olacak şekilde evrilmiş balıklar var. Aslında bu hüner, birbirinden bağımsız şekilde iki kez evrilmiştir: Afrikalı balıkların bir grubunda ve onlardan tamamen ayrı olan Güney Amerika balıklarının bir grubunda. Ördek gagalı ornitorenklerin gagasında, avlarının kaslarının hareketi yüzünden suda oluşan elektriksel dalgalanmaları tespit edebilen elektrik alıcıları bulunur. Balık ve ornitorenktekine benzer biçimde ancak daha ileri seviyede elektriksel duyarlılık geliştirmiş bir yabancı yaşam biçimi düşünmek zor değil.

Bu bölüm kitaptaki diğer bölümlerden biraz daha farklı çünkü bildiklerimizden çok bilmediklerimize ağırlık verdik. Henüz başka gezegenlerde yaşamı keşfetmemiş olsak bile (ki bunu belki de hiçbir zaman yapamayabiliriz), umarım siz evren hakkında bilimin ne kadar çok şey söyleyebileceğini görmüş ve etkilenmişsinizdir. Başka bir yerdeki yaşamı arayışımız gelişigüzel ve rasgele değildir: fizik, kimya ve biyoloji bilgimiz sayesinde, muazzam uzaklıklardaki yıldız ve gezegenler hakkında anlamlı bilgileri aramak ve en azından canlılığa ev sahibi olma olasılığı bulunan gezegenleri saptamak için donanımlıyız. Gizemini hâlâ koruyan çok şey var ve bizimki gibi büyük bir evrenin bütün sırlarını ortaya çıkarmamız pek olası değil ama bilimle donanmış olarak en azından bu konu hakkında anlamlı, akla yakın sorular sorabiliriz ve inandırıcı cevapları bulduğumuzda onları hemen fark edebiliriz. Akılları durduracak şekilde inanılmaz hikayeler keşfetmek zorunda değiliz: gerçek bilimsel araştırmanın ve keşfin sevinci ve heyecanı sayesinde hayal gücümüzü dizginleyebiliriz. Ve nihayetinde bu, hayal ürünü şeylerden çok daha heyecan verici.



10 DER

ODANIZDA kitap okuyarak ya da televizyon seyrederek veya bilgisayar oyunu oynayarak sessizce oturduğunuzu hayal edin. Birdenbire korkutucu bir gümbürtüyle tüm oda sallanmaya başlıyor. Tavandan sarkan abajur delice sallanıyor, biblolar raflarda takırdıyor, mobilyalar zeminde hareket ediyor, siz de sandalyenizden devriliyorsunuz. İki dakika sonra her şey sakinleşiyor ve korkmuş bir çocuğun ağlaması ve bir köpeğin havlamasıyla delinen bir sessizlik etrafı kaplıyor. Kendinizi toparlıyorsunuz ve tüm ev başınıza yıkılmadığı için ne kadar şanslı olduğunu düşünüyorsunuz. Çok ciddi bir depremde başınıza o da gelebilirdi.



Bu kitabı yazmaya başlamadan önce Karayiplerdeki Haiti adaları tahrip edici bir depremle sallandı ve başkent Port au Prince büyük oranda yıkılıp yokoldu. İki yüz otuz bin kişinin hayatını kaybettiği düşünülüyor ve zavallı yetim çocuklar da dahil olmak üzere geriye kalanların pek çoğu sokaklarda veya geçici kamplarda yaşıyor.

Bir süre sonra, bu defa kitabın gözden geçirilme aşamasında, Japonya kıyılarının kuzey doğu açıklarında Haiti'dekinden bile daha güçlü bir deprem oldu. Bu deprem, kıyıya vurduğunda hayal edilemeyecek bir yıkıcılığa sahip dev dalgaların (tsunami) oluşmasına neden oldu. Bu dev dalgalar şehirleri beraberinde sürükleyerek binlerce insanın ölümüne, milyonlarcasınınsa evsiz kalmasına sebep oldu. Üstelik, halihazırda zaten depremden zarar görmüş olan bir nükleer santraldeki tehlikeli patlamaları da tetikledi.

DEPREM NEDİR?



Depremler ve sebep oldukları tsunamiler Japonya'da alışıldıktır (hatta "tsunami" sözcüğü Japoncadan gelir) ama ülkede buna benzer bir şey daha önce yaşanmamıştı. Başbakan bu depremi, Hiroşima ve Nagazaki şehirlerinin atom bombasıyla yokedildiği İkinci Dünya Savaşı'ndan bu yana ülkenin başına gelen en büyük felaket olarak niteledi. Gerçekten de, depremler Pasifik Okyanusu'nun sınırları boyunca yaygındır. Japonya'yı vuran depremden bir ay önce bir başka deprem de Yeni Zelanda'nın Christchurch şehrinde ciddi can ve mal kayıplarına neden olmuştu. 1906'da ünlü San Francisco depreminin gerçekleştiği Kaliforniya ve Amerika Birleşik Devletleri'nin batısındaki diğer bölgeler de büyük ölçüde bu "ateş halkası" denilen çerçeveye dahildir. Los Angeles şehri de deprem bölgesinde bulunan şehirlerden biridir.

Deprem olduğunda ne olur?

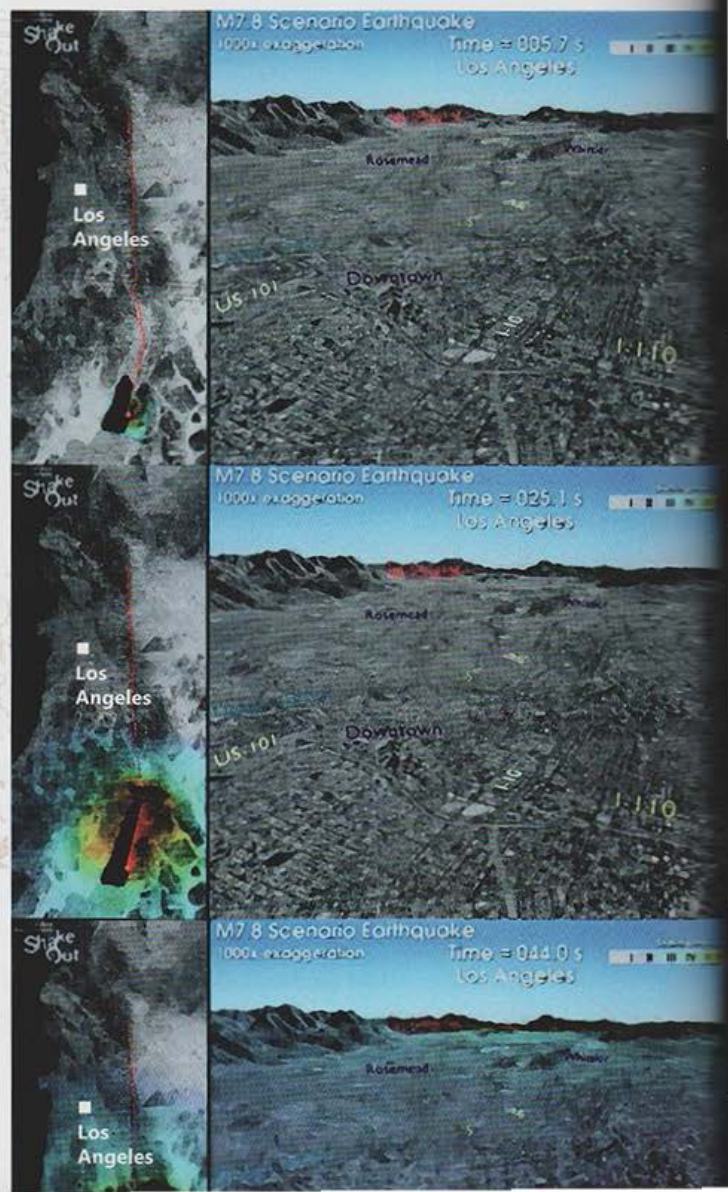
Los Angeles yakınlarında gerçekleşecek bir depremin neye benzeyeceğini görmek için bir bilgisayar benzetimine bakarak fikir edinebilirsiniz. Benzetim, henüz gerçekleşmemiş bir şeyin bir nevi görsel tahminidir ama gerçekçi bilimsel olgulara dayanır, sanki bilgisayar tarafından çekilen bir "ya öyle olsaydı" filmi gibidir. Film size henüz gerçekleşmemiş bir olayı gösterir ve böylece bir gün gelip de muhtemelen olabilecek bir şeyin eğer gerçekleşmiş olsa neye benzeyeceğini görebilirsiniz.

Buradaki resimler, benzetimden alınmış iki bölümün karelerinden oluşan dizileri gösteriyor. Resimlerin solundaki dar şerit, Los Angeles'ın işaretlendiği bölgeyi, aynı bir harita gibi güneyden kuzeye kuşbakışı gösteriyor. İlk iki çerçevenin alt kısmına doğru beliren kırmızı ve sarı lekeler depremin nerede başladığını gösteriyor. Buna depremin "merkez üssü" denir. Haritada yılan gibi uzanan kırmızı çizgi ise birazdan değineceğim San Andreas Fayı'dır. Onu şimdilik sadece yerdeki bir yarık, Dünya'nın yüzeyindeki bir zayıflık çizgisi olarak düşünün.

Sağdaki dizi ise harita değil ama Los Angeles'ın uçaktan çekilmiş, şehrin güney doğusuna yani dağlara ve depremin merkez üssüne (yine kırmızıyla işaretlenmiş yere) karşıdan bakan bir görüntüsü.

Eğer benzetimi bilgisayarınızda çalıştıracak olursanız korkutucu bir şey göreceksiniz. Haritada kırmızı olan merkez üssünün San Andreas Fayı üzerinde kuzeye doğru hızla ilerlediğine şahit olacaksınız. İki tarafa doğru yayılan dalgaların mavi, yeşil ve sarı renkleri depremin şiddetini belirtiyor. Yaklaşık 80 saniye sonra, kırmızı merkez Los Angeles'ın karşısına kadar geldiğinde sarı ve yeşil dalgalar çoktan şehrin ortasından geçmekte. Bir 10 saniye sonra ise kırmızı dalgalar Los Angeles'ın merkezine varıyor. Bu noktada sağdaki "uçaktan çekilmiş" görüntüye bakacak olursanız o sırada neler olup bitmekte olduğunu görebilirsiniz ve bu oldukça sıradışı bir görüntü. Tüm şehir bir akışkan gibi davranıyor. Dalgaların içinden geçtiği bir şehir gibi görünüyor. Katı, kuru yer tabakası, dalgalar tarafından süpürülüyor tıpkı denizde olduğu gibi! İşte deprem budur.

Eğer o esnada yerdeyseniz bu dalgaları göremezsiniz çünkü onlara çok yakın ve görece çok küçük kalırsınız. Tek hissedeceğiniz bu bölümün başında tasvir ettiğim gibi ayağınızın altında sallanan ve hareket eden yer olacaktır.

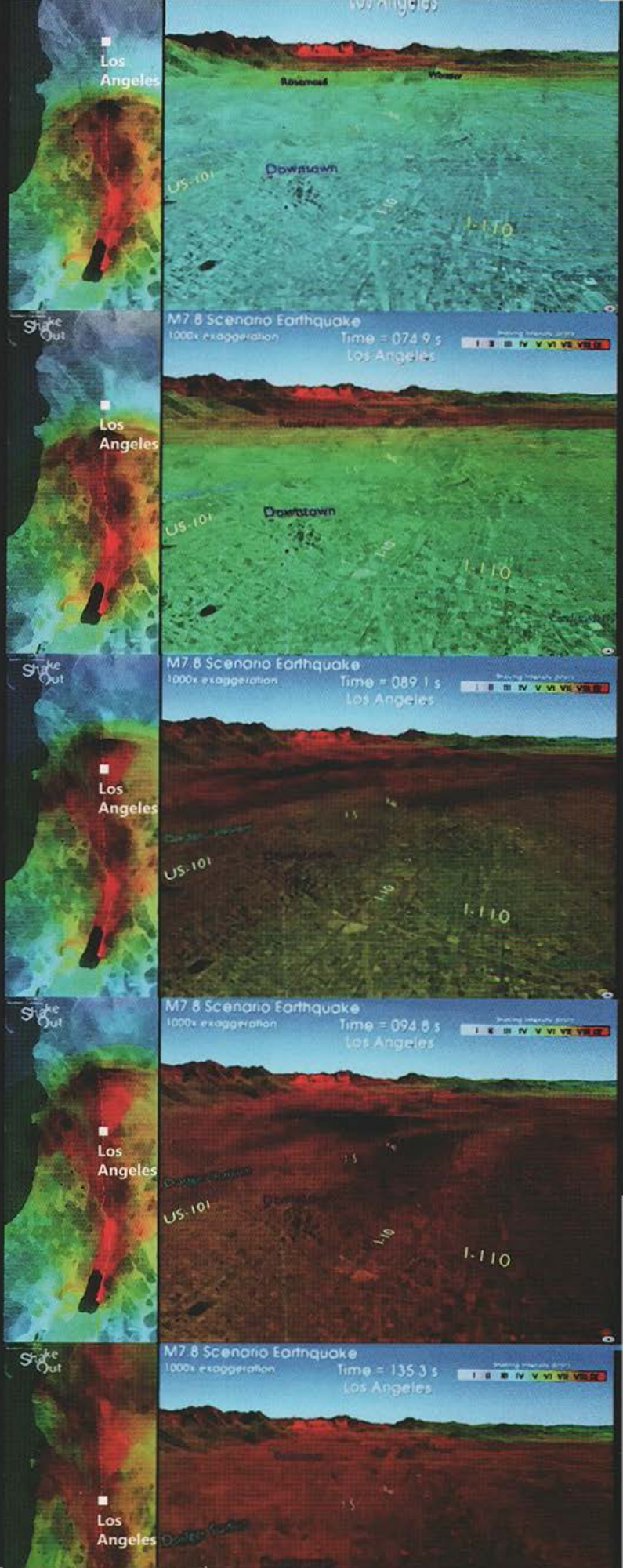


Benzetimde kullanılan renklere "sahte renkler" denir ve bunlar bilgisayarın farklı yerlerdeki sarsıntı şiddetinin ne olduğunu söyleme yoludur. Mavi zayıf, kırmızı ise güçlü sarsıntı anlamına gelir, yeşil ve sarı da aradaki şiddetleri belirtir. Bu renkler dalgaların Dünya'nın yüzeyindeki hareketini görselleştirmemize, onların ne kadar hızlı ilerlediğini görmemize yardımcı olur. Depremin "kırmızı" merkezi San Andreas Fayı üzerinde saatte yaklaşık 8000 kilometre hızla ilerlemektedir.

Dediğim gibi bu sadece bir bilgisayar benzetimi, bir depremin gerçek çekimi değil. Bilgisayar hareket miktarını gerçek hayattakinden bin kat daha kötü görünecek şekilde abartıyor. Ama bu olay gerçekte de tüyler ürpertici olacaktır.

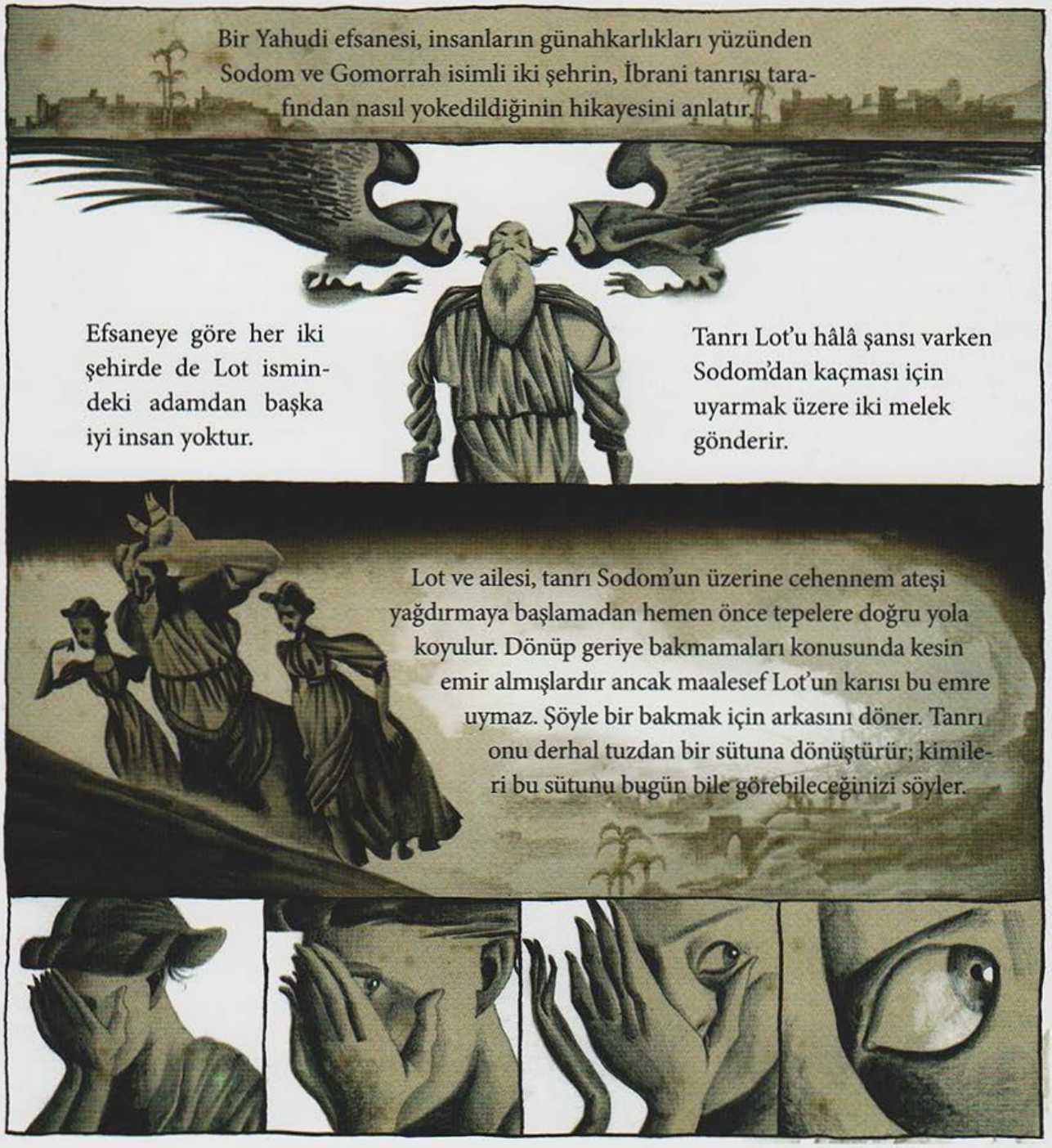
Birazdan hem bir depremin, hem de San Andreas ve dünyanın başka yerlerindeki benzerleri gibi bir "fay hattının" gerçekte ne olduğunu açıklayacağım. Ama önce gelin bazı söylencelere bakalım.

Eğer internet erişiminiz varsa buradaki filme bakın:
www.booksattransworld.co.uk/dawkins-earthquake



Deprem söylenceleri

Tarihteki belirli dönemlerde gerçekten meydana gelmiş depremler ve bunların etkisiyle ortaya çıkmış olabilecek bir çift söylence ile başlayacağız.



Bazı kazıbilimciler Sodom ve Gomorrah'ın 4000 yıl önce bulunduğuna inanılan bölgenin büyük bir depremle sarsılmış olduğuna dair kanıtlar bulduklarını iddia ediyorlar.

Eğer bu doğruysa, bu yokolma hikayesi deprem söylenceleri listemizde yerini alabilir.

Belli bir depremden kaynak almış olabilecek diğer bir İncil söylencesi de Eriha'nın yıkılışıdır. Eriha İsrail'deki Ölü Deniz'in biraz kuzeyinde kalan dünyanın en eski şehirlerinden biridir. Günümüze kadar depremlerden çekmediği kalmamıştır. 1927'de tüm bölgeyi sallayan ve 25 kilometre uzaktaki Kudüs'te bile yüzlerce kişinin ölümüne yol açan ciddi bir depremin merkez üssüne yakındı.



Bu eski İbrani hikayesi, binlerce yıl önce Eriha'yı fethetmek isteyen Yeşu isimli efsanevi kahramanın öyküsünü anlatır.





Eriha, kalın surlarla çevriliymiş ve insanlar kendilerini içeri kilitlemişler ki saldırıya uğramasınlar. Yeşu'nun adamları duvarları yıkıp geçememişler, bunun üzerine Yeşu, rahiplerine koç boynuzundan borularını öttürmelerini ve tüm adamlarından avazları çıktığı kadar bağırınalarını istemiş.

Gürültü o kadar güçlüymüş ki duvarlar sarsılmış ve dümdüz olmuş. Yeşu'nun askerleri içeri doluşmuşlar ve kadınlarla çocuklar ve hatta tüm inekler, koyunlar ve eşekler dahil olmak üzere şehirdeki herkesi kılıçtan geçirmişler.



Ayrıca tanrıları tarafından emredildiği üzere, kendisine vermek için gümüş ve altın hariç her şeyi yakmışlar.

Hikayenin aktarılışına göre bu iyi bir şey: Yeşu'nun insanlarının tanrısı bunun böyle olmasını istiyor ki böylece onun kulları daha önce Eriha'nın insanlarına ait olan toprakları ele geçirebilsinler.

Eriha deprem bölgesinde olduğu için, bugün insanlar Yeşu ve Eriha efsanesinin, duvarlarını yıkacak kadar şiddetle şehri sallayan bir deprem sonrasında ortaya çıkmış olabileceğini düşünüyorlar. Eski bir folklorik hatıranın, okuma yazma bilmeyen insan nesilleri boyunca ağızdan ağıza geçerken nasıl da abartılıp saptırılmış olabileceğini ve bu hatıranın sonunda büyük kahraman Yeşu'nun ve bağırış çağırışlı ve boru üflemeli duvar yıkmaların bir efsanesi haline gelebileceğini kolayca hayal edebilirsiniz.



Az önce anlattığım bu iki söylence tarihteki belirli depremler sonrasında ortaya çıkmış olabilirler. Dünyanın dört bir yanından gelen, genel olarak insanların depremleri açıklamaya çalışmalarıyla ortaya çıkmış olabilecek başka söylenceler de var.

Japonya çok sayıda deprem tecrübe ettiği için, Japonların oldukça renkli deprem söylenceleri olması hiç de şaşırtıcı değil.

Bunlardan birine göre yerküre, Namazu ismindeki dev bir kedi balığının sırtında yüzermiş. Namazu ne zaman kuyruğunu sallasa Dünya sallanırmış.



Birkaç bin kilometre güneydeki Yeni Zelanda'ya Avrupalı denizciler gelmeden birkaç yüzyıl önce kanolarla gelip yerleşmiş Maori yerlileri, Toprak Ana'nın tanrı Ru'ya hamile olduğuna inanıyorlardı. Bebek Ru ne zaman tekmelese ya da annesinin rahminde gerinse bir deprem olduğunu düşünüyorlardı.



Kuzeyde, Sibirya kabileleri ise Dünya'nın, tanrı Tull tarafından yönlendirilen ve bir köpek tarafından çekilen bir kızağın üzerinde olduğuna inanıyorlardı. Zavallı köpeğin pireleri vardı ve ne zaman kaşınsa bir deprem olurdu.



Bir Batı Afrika efsanesine göreyse Dünya bir disk şeklindeydi. Bir ucu bir dağ tarafından desteklenirken, öbür ucunu da haşmetli bir dev tutuyordu ve bu devin karısı da gökyüzünü kaldırıyordu. Zaman zaman dev ve karısı kucaklaşıyorlardı ve tahmin edebileceğiniz üzere Dünya sallanıyordu.



Başka Batı Afrika kabileleri ise bir devin kafasında yaşadıklarına inanıyorlardı. Ormanları saçları, insanlar ve hayvanları da kafasında dolaşan bitler olarak düşünüyorlardı.

Dev ne zaman hapşırsa depremler oluyordu. Buna gerçekten inandıklarından şüpheliyim ama en azından söylenceye göre inanmaları gereken şey buydu.

Bugünlerde depremlerin gerçekte ne olduklarını biliyoruz ve şimdi söylenceleri bir kenara bırakıp gerçeğe bakma zamanı.

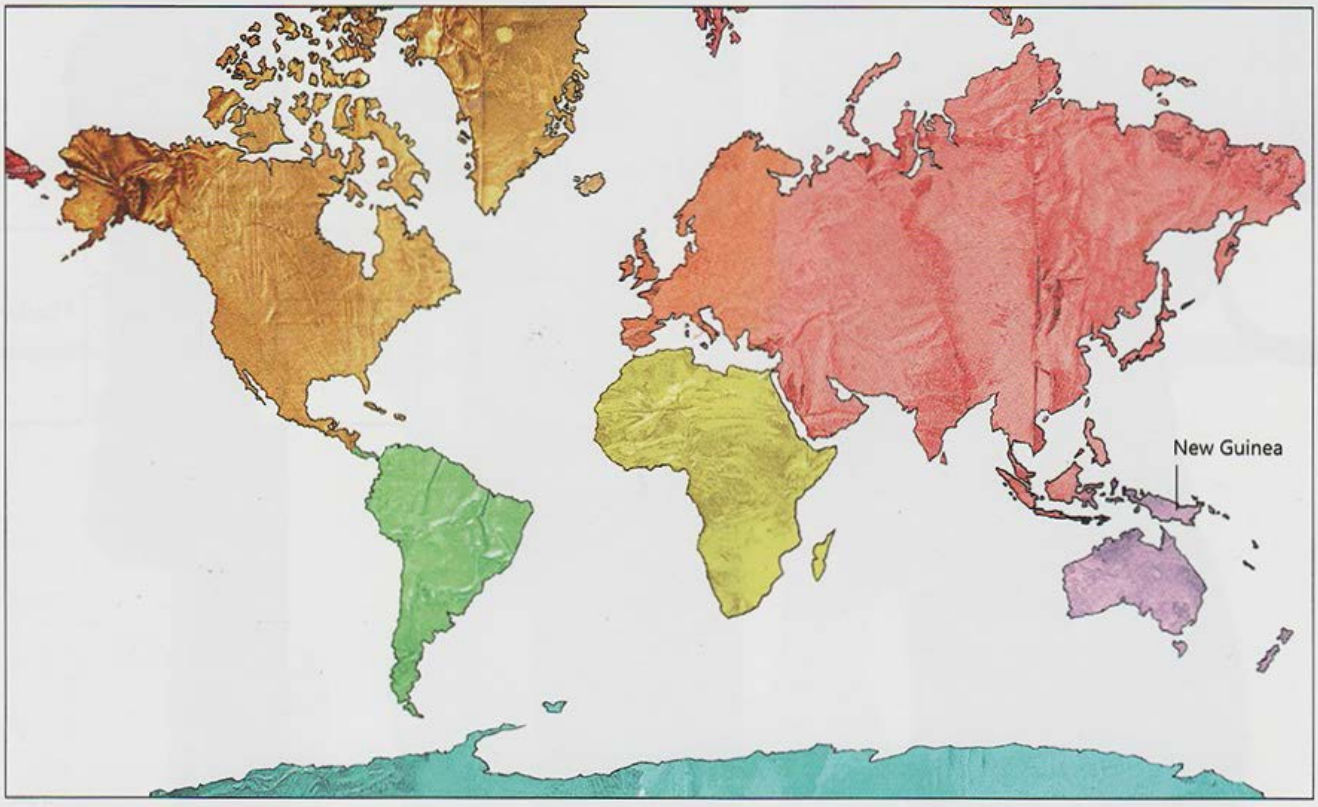


NEDİR BU DEPREMLER GERÇEKTEN?

İlk olarak levha tektoniğinin muhteşem hikayesini dinlememiz lazım.

Herkes dünya haritasının neye benzediğini bilir. Afrika'nın ve Güney Amerika'nın şekillerini ve geniş Atlantik Okyanusu'nun onları ayırdığını biliyoruz. Hepimiz Avustralya'yı haritada bulabilir, Yeni Zelanda'nın Avustralya'nın güneydoğusunda kaldığını biliriz. İtalya'nın, "futbol topu" olan Sicilya'yı tekmelemek üzereymiş gibi görünen bir çizmeye benzediğini biliriz. Bazı insanlar da Yeni Gine'yi bir kuşa benzetirler. İçindeki sınırlar sürekli değişse de Avrupa'nın çerçevesini kolayca bulabiliriz. İmparatorluklar gelir ve gider, ülkeler arasındaki öncüler tarih boyunca değişir durur. Ama kıtaların çerçeveleri hep aynı kalır. Öyle mi? Hayır değil ve bu önemli bir nokta. Kıtalar hareket ediyor ama kabul etmek lazım ki bunu çok yavaş yapıyorlar. Himalayalar, And Dağları ve Toroslar gibi dağ sıralarının konumları da aynı şekilde çok yavaş bir şekilde yer değiştirir. İnsanlık tarihi boyunca bu büyük coğrafi yapıların aynı kaldığını söyleyebiliriz. Ama Dünya'nın tarihiyle karşılaştırınca, bu

Dünya'nın günümüzdeki durumu ▼



çok kısa bir süredir. Yazılı tarihimiz bundan sadece 5000 yıl geriye gider. Ama siz bir milyon yıl geriye gidin (yani yazılı tarihimizin gittiğinden 200 kere daha geriye) ve o zaman bile kıtalar gözümüze hemen hemen aynı şekilde görünecektir. Ama bir 100 milyon yıl daha geriye gidersek ne görürüz?

Şu aşağıdaki haritaya bir bakın! Güney Atlantik Okyanusu, bugünkü haline oranla dar bir kanal gibi, neredeyse Afrika'dan Güney Amerika'ya yüzebilecekmişsiniz gibi görünüyor. Kuzey Avrupa neredeyse Grönland'a dokunuyor ve Grönland da neredeyse Kanada'ya... Hindistan'ın nerede durduğuna bir bakın, artık Asya'nın bir parçası bile değil, aşağıda Madagaskar'ın yanında bir tarafa doğru devrilmiş duruyor. Afrika da aynı şekilde bugün gördüğümüz daha dik duruşuna kıyasla biraz yan yatmış.

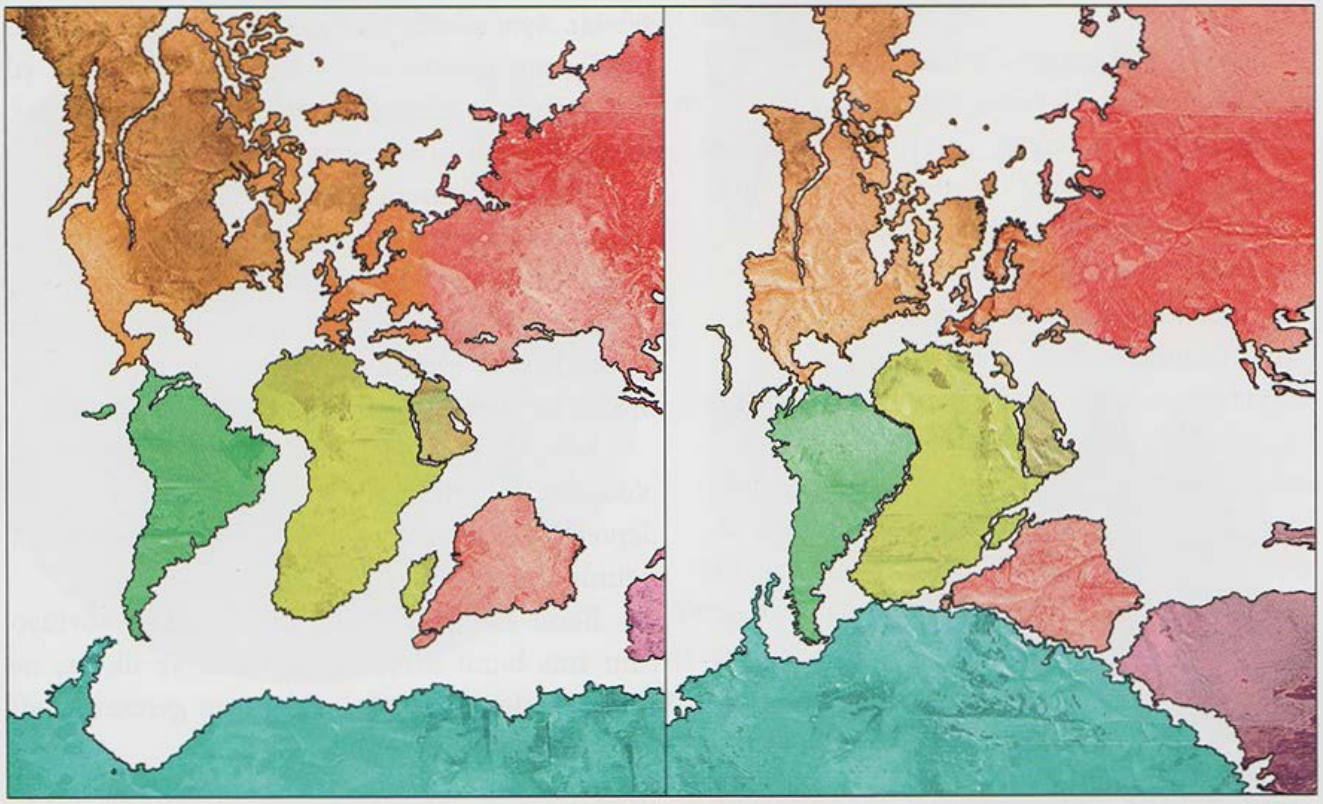
Aklıma gelmişken, güncel bir haritaya bakarken Güney Amerika'nın doğu kısmının şüphe uyandıracak derecede Afrika'nın batı kısmına benzediğini, sanki bir yapbozun parçalarıymışçasına bir araya gelmek "ister" gibi durduklarını farkettiniz mi? Öyle görünüyor ki zamanda bir 50 milyon yıl daha da geriye gidecek olursak (ki bu bile yerbilimsel zaman ölçeğinde "biraz" kısa bir zaman olurdu) onların gerçekten de birbirine oturduğu ortaya çıkar. Altta sağda gördüğünüz harita güneydeki kıtaların 150 milyon yıl önce neye benzediğini gösteriyor.

Afrika ve Güney Amerika tamamen birbirlerine yapışık olmakla kalmıyor, Madagaskar, Hindistan ve Antarktika'ya ve resimden göremeseniz de Antarktika'nın öbür tarafından da Avustralya ve Yeni Zelanda'ya yapışıklar. Hepsi Gondwana denilen (tabi aslında o sıralar ona Gondwana diyecek kimse yoktu, üzerinde yaşayan dinozorlar ona bir isim vermemişti ama biz bugün kendisine Gondwana diyoruz) tek bir büyük kıta parçasıydı. Gondwana daha sonra birbiri ardına parçalara ayrılarak yavru kıtalar meydana getirdi.

İnanılması güç bir hikaye gibi geldi size değil mi? Yani, kıtalar gibi devasa kütlelerin binlerce kilometre hareket etmeleri kulağa epey tuhaf geliyor ama bunun böyle olduğunu biliyoruz, dahası nasıl olduğunu da anlıyoruz.

100 milyon yıl öncesi ▼

150 milyon yıl öncesi ▼





Yer nasıl hareket eder

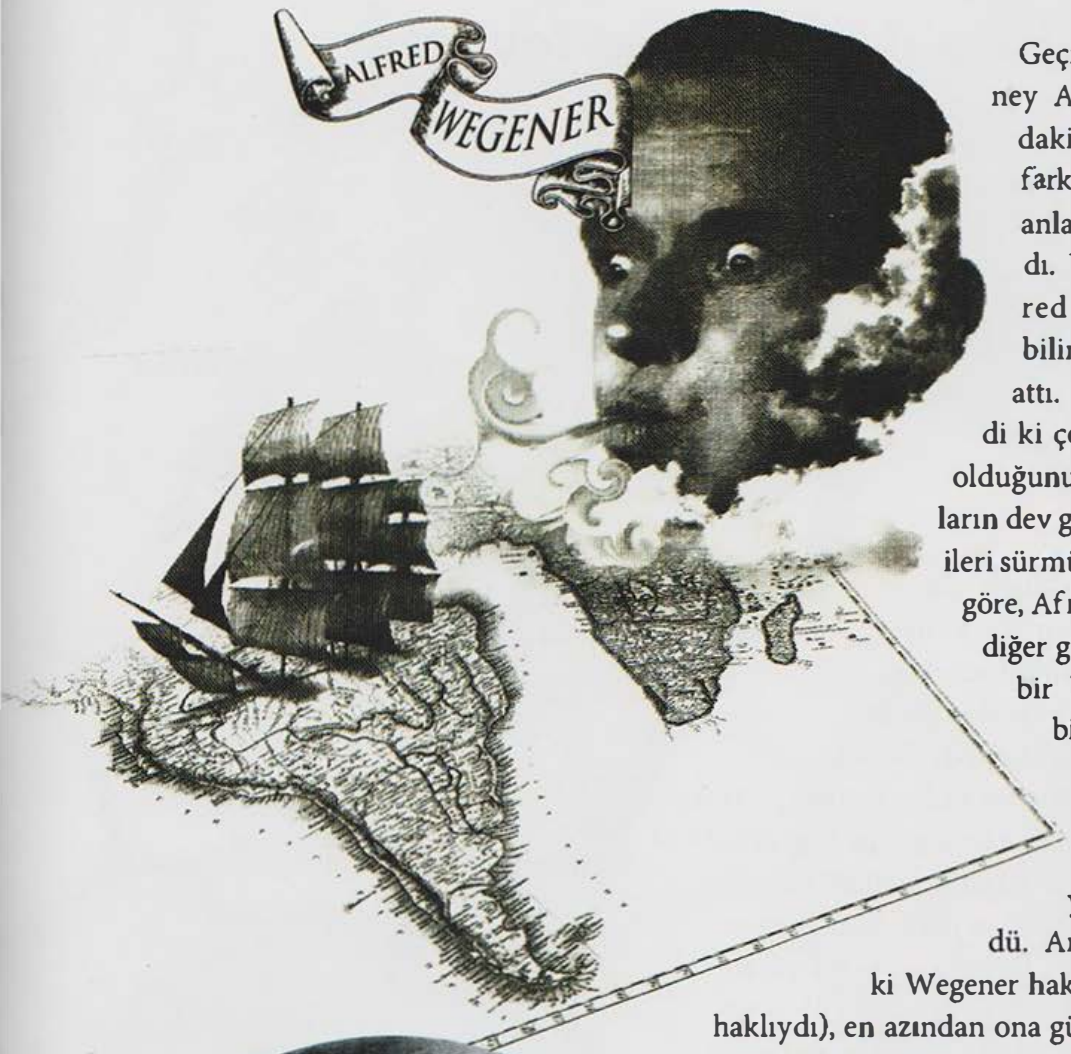
Bildiğimiz bir şey daha var; kıtalar sadece birbirlerinden uzaklaşmıyorlar. Kimi zaman birbirleriyle çarpışıyorlar da ve bu olduğu zaman muazzam dağ sıraları gökyüzüne doğru yükseliveriyor. Himalayalar bu şekilde oluşmuştur yani Asya ve Hindistan çarpıştığında. Aslında Hindistan'ın Asya ile çarpıştığını söylemek tam doğru değil. Biraz sonra göreceğimiz üzere asıl çarpışan "levha" denilen çok daha büyük bir şeydir ve Hindistan onun üstünde oturur. Tüm kıtalar bu "levhaların" üzerinde otururlar. Buna az sonra geleceğiz ama önce kıtaların bu "çarpışmaları" ve uzaklaşmaları hakkında biraz daha düşünelim.

"Çarpışma" sözcüğünü duyduğunuzda aklınıza ani gerçekleşen bir olay gelebilir, tıpkı bir kamyonun arabayla çarpışması gibi. Ama geçmişte olan ve günümüzde olmaya devam eden şey aslında bu değildir. Kıtaların hareketi son derece yavaş gerçekleşir. Bir keresinde birinden kıta hareketinin, tırnaklarımızın uzama hızında gerçekleştiğini duymuştum. Oturup tırnaklarınıza bakacak olursanız onları uzarlarken göremezsiniz. Ama birkaç hafta sonra baktığınızda uzamış olduklarını görürsünüz ve onları kesmeniz gerekir. Aynı şekilde Güney Amerika'nın Afrika'dan uzaklaşışını göremezsiniz. Ama bir 50 milyon yıl beklerseniz iki kıtanın birbirlerinden oldukça uzaklaşmış olduklarını farkedebilirsiniz.

"Tırnakların uzama hızı" kıtaların ortalama hareket hızıdır. Ama tırnaklar aşağı yukarı sabit bir hızda uzarlarken kıtalar atımlar halinde hareket eder: kıta bir atımda bulunur sonra bin yıl kadar durulur ve bu esnada hareket etmesi için basınç birikmesi olur, ardından bir atım daha gerçekleşir ve bu böyle gider.

Belki de yavaş yavaş depremlerin gerçekte ne olduğunu tahmin etmeye başladınız. Evet doğru: depremler bu atımların gerçekleştiği esnada hissettiğimiz şeydir.

Bunu size bilinen bir gerçek olarak söylüyorum ama bunu nereden biliyoruz? Ve ilk kez ne zaman keşfettik? İşte bu, anlatmam gereken büyüleyici bir hikaye.

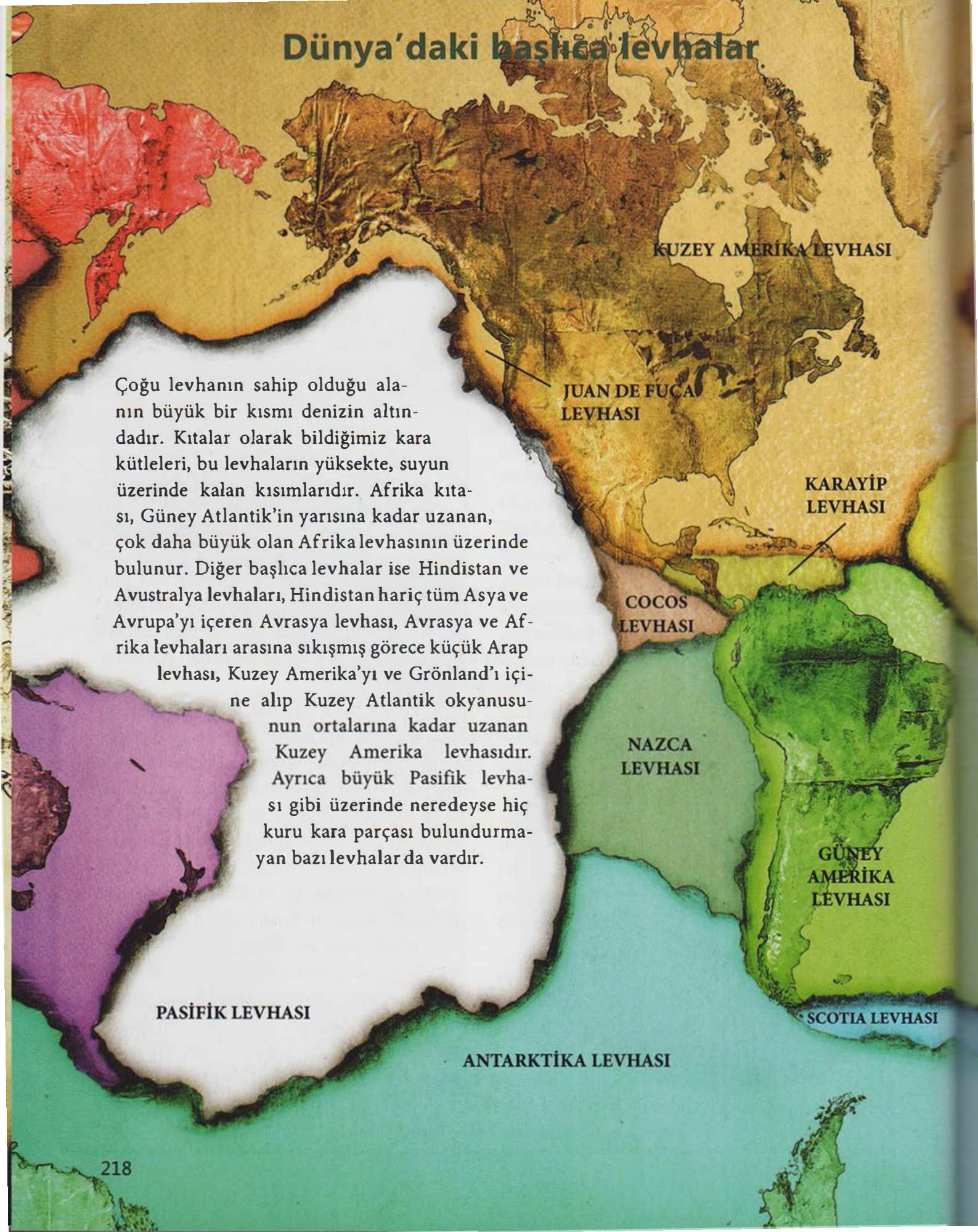


Geçmişte çeşitli insanlar Güney Amerika ve Afrika arasındaki yapbozumsu uyumu farketmişlerdi ama bunun ne anlama geldiğini bilmiyorlardı. Yaklaşık 100 yıl önce Alfred Wegener isimli bir Alman bilimci cesur bir fikir ortaya attı. Bu o kadar cesur bir fikirdi ki çoğu insan onun biraz deli olduğunu düşündü. Wegener kıtaların dev gemiler gibi sürüklendiğini ileri sürmüştü. Wegener'in görüşüne göre, Afrika ve Güney Amerika ve diğer güney karaları bir zamanlar bir bütündüler. Zamanla birbirlerinden koptular ve ayrı yönlere doğru yelken açtılar. Wegener'in görüşü böyleydi ve bu yüzden insanlar ona güldü. Ama günümüzde biliyoruz ki Wegener haklıydı (yani hemen hemen haklıydı), en azından ona gülen insanlardan çok daha haklı olduğu kesin.



Çok miktarda kanıt tarafından desteklenen günümüz levha tektoniği teorisi Wegener'in fikrinin tıpa tıp aynısı değil. Wegener, Afrika, Güney Amerika, Hindistan, Madagaskar, Antarktika ve Avustralya'nın bir zamanlar bir bütün oldukları ve sonra ayrıldıkları konusunda kesinlikle haklıydı. Ancak bunun nasıl gerçekleştiği Wegener'in düşündüğünden biraz farklıydı. Wegener kıtaların denizi yararak, su üzerinde değil ama eriyik ya da yarı-eriyik haldeki Yeryüzü kabuğu üzerinde yüzdüklerini düşünmüştü. Günümüzdeki levha tektoniği teorisi ise denizin dibi de dahil olmak üzere Yeryüzü'nün kabuğunun tamamını birbirine geçmiş levhalar bütünü olarak kabul eder. Yani hareket eden sadece kıtalar değil, üzerine oturdukları levhalardır ve Dünya'nın yüzeyi üzerinde bir levhanın parçası olmayan hiçbir yer yoktur.

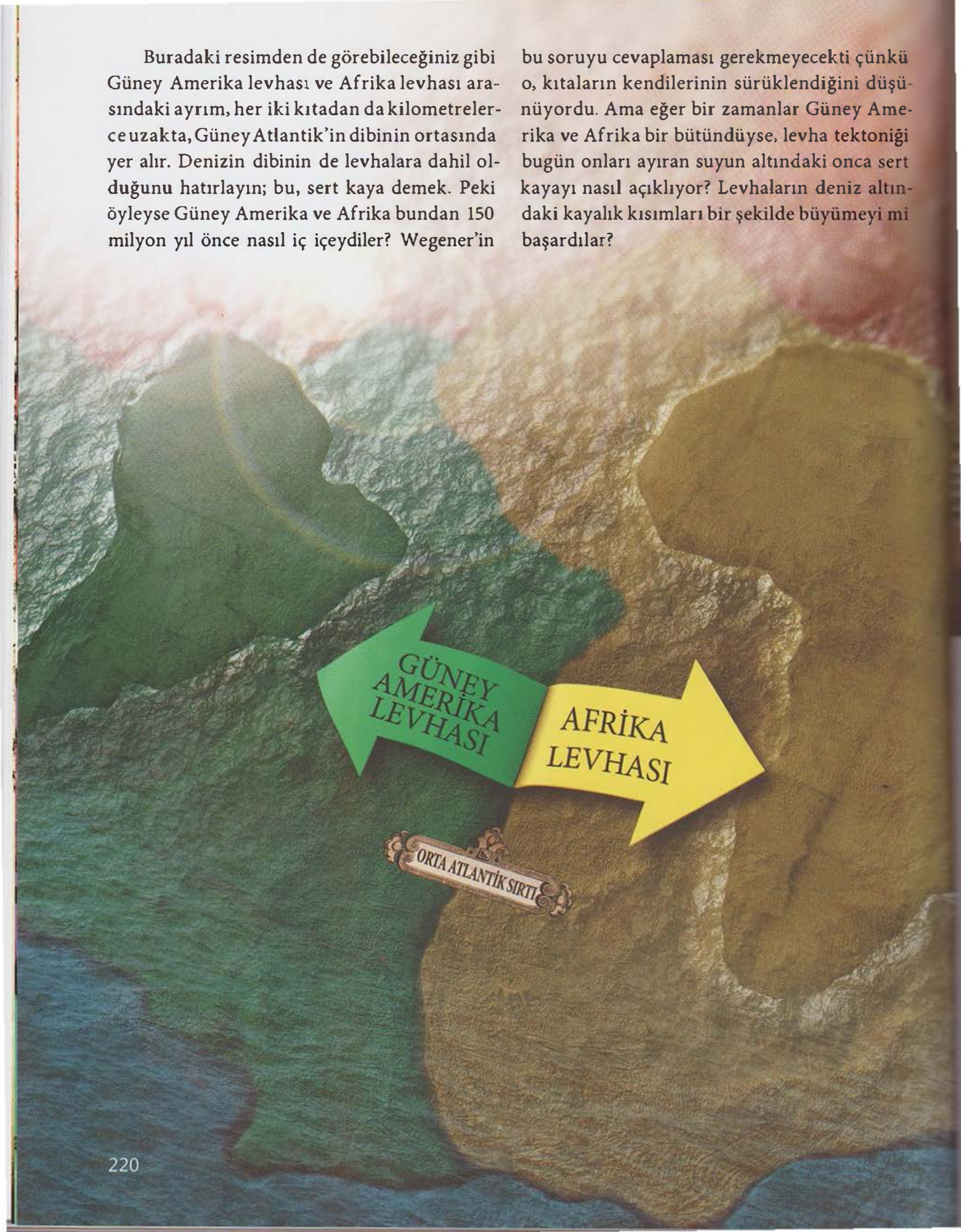
Dünya'daki başlıca levhalar

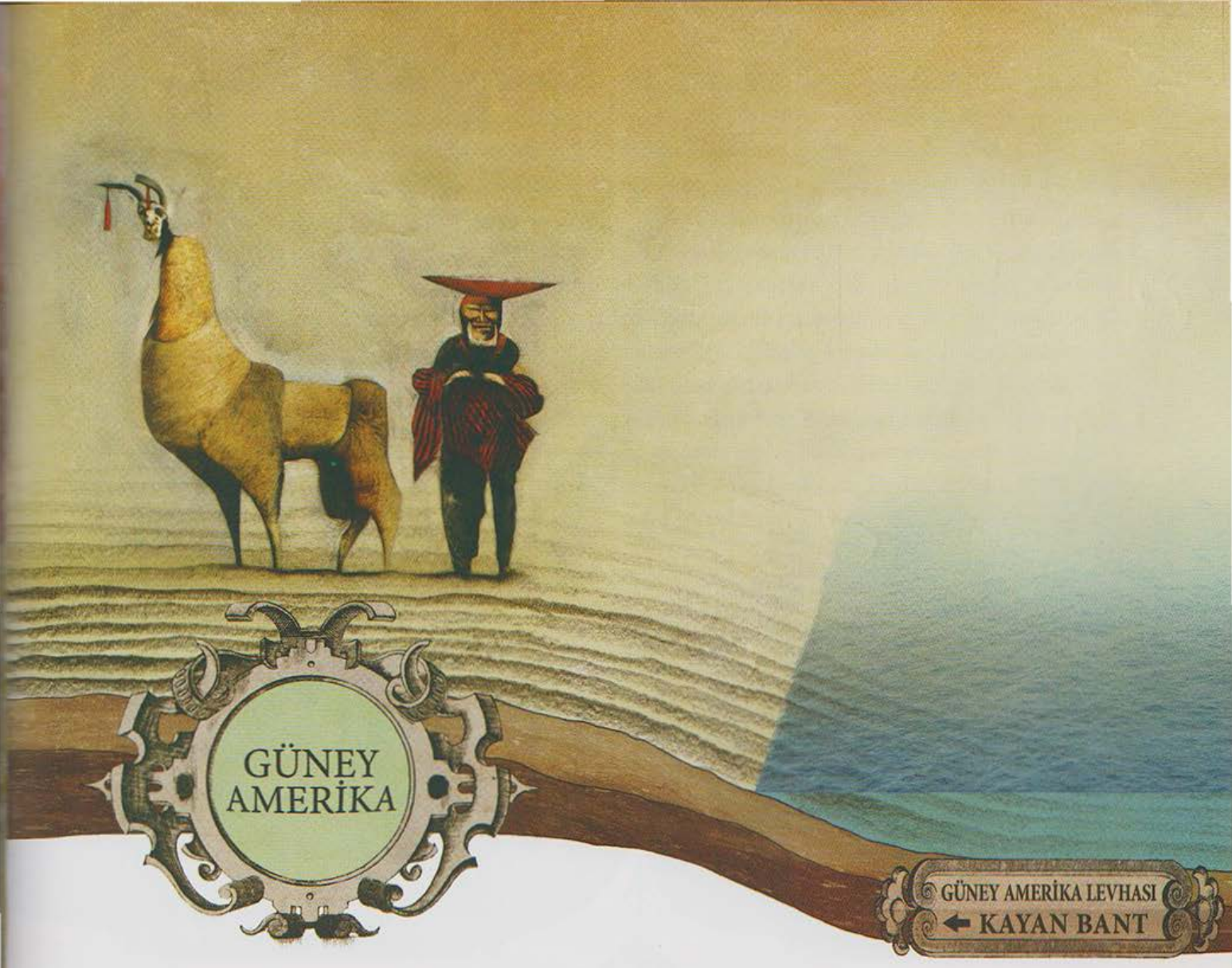


Çoğu levhanın sahip olduğu alanın büyük bir kısmı denizin altındadır. Kıtalar olarak bildiğimiz kara kütleleri, bu levhaların yüksekte, suyun üzerinde kalan kısımlarıdır. Afrika kıtası, Güney Atlantik'in yarısına kadar uzanan, çok daha büyük olan Afrika levhasının üzerinde bulunur. Diğer başlıca levhalar ise Hindistan ve Avustralya levhaları, Hindistan hariç tüm Asya ve Avrupa'yı içeren Avrasya levhası, Avrasya ve Afrika levhaları arasına sıkışmış görece küçük Arap levhası, Kuzey Amerika'yı ve Grönland'ı içine alıp Kuzey Atlantik okyanusunun ortalarına kadar uzanan Kuzey Amerika levhasıdır. Ayrıca büyük Pasifik levhası gibi üzerinde neredeyse hiç kuru kara parçası bulundurmayan bazı levhalar da vardır.


AVRASYA LEVHASI
ARAP LEVHASI
HİNT LEVHASI
FİLİPİNLER LEVHASI
AFRİKA LEVHASI
AVUSTRALYA LEVHASI

Buradaki resimden de görebileceğiniz gibi Güney Amerika levhası ve Afrika levhası arasındaki ayrım, her iki kıtadan da kilometrelerce uzakta, Güney Atlantik'in dibinin ortasında yer alır. Denizin dibinin de levhalara dahil olduğunu hatırlayın; bu, sert kaya demek. Peki öyleyse Güney Amerika ve Afrika bundan 150 milyon yıl önce nasıl iç içeydiler? Wegener'in bu soruyu cevaplaması gerekmeyecekti çünkü o, kıtaların kendilerinin sürüklendiğini düşünüyordu. Ama eğer bir zamanlar Güney Amerika ve Afrika bir bütündüyse, levha tektoniği bugün onları ayıran suyun altındaki onca sert kayayı nasıl açıklıyor? Levhaların deniz altındaki kayalık kısımları bir şekilde büyümeyi mi başardılar?





Deniz tabanı yayılması

Evet. Cevap "deniz tabanı yayılması" denen bir olguda yatıyor. Büyük havaalanlarında insanların valizlerini taşıyabilmeleri için, örneğin terminal girişinde veya bekleme salonuna gidişte, uzun mesafeler kateden yürüyen yolları bilir misiniz? Hani tüm yolu yürümek yerine, insanlar hareket eden bantın üzerine binerler ve tekrar yürümeye başlamaları gereken noktaya kadar bant tarafından taşınırlar. Bu yürüyen yollar ancak iki kişinin yanyana durabileceği genişliktedir. Ama şimdi o yürüyen yolun binlerce kilometre genişliğinde, Kuzey Kutbu'ndan Antarktika'ya kadar uzanan bir genişlikte olduğunu hayal edin. Bir de yürüyüş hızında değil de tırnaklarınızın uzama hızında hareket ettiğini düşünün. Evet tahmin ettiğiniz gibi Güney Amerika kıtası ve tüm Güney Amerika levhası, Afrika kıtası ve Afrika levhasından o yürüyen yollara benzer bir mekanizma ile uzağa taşınıyor. Ancak bu yürüyen levha denizin dibinde, Atlantik Okyanusu'nun güneyinden kuzeyine kadar uzanıyor ve çok yavaş hareket ediyor.

Peki ya Afrika? Afrika levhası neden aynı yönde hareket edip Güney Amerika levhasına yetişmiyor?

Çünkü Afrika da bir başka yürüyen yol üzerinde ve bu yol öbürünün tam tersi yönde ilerliyor. Afrika'nın yürüyen yolu, batıdan doğuya giderken, Güney Amerika'nın yürüyen yolu doğudan batıya gidiyor. Peki ortada neler oluyor? Bir dahaki sefere büyük bir havaalanında ya da metroda ya da büyük bir alışveriş merkezinde yürüyen bir yol gördüğünüz zaman, üzerine binmeden önce onu izleyin. Yerdeki bir aralıktan çıkar ve sizden uzaklaşır. Yerin üzerinden ileriye, yerin altından ise geriye size doğru gelen bant, tekrar tekrar bu turu atar. Şimdi aynı yarıktan çıkan ama bu sefer tam aksi istikamette hareket eden bir başka bant daha hayal edin. Eğer bir adımınızı birine, öbürünü ötekisine koyacak olursanız bacaklarınızı 180 derece açmak zorunda kalırsınız.

Yerdeki bu yarığın Atlantik Okyanusu'ndaki eşi, derin denizin dibinde, en güneyden en kuzeye kadar uzanır ve kendisine orta-Atlantik sırtı denir.

Orta-Atlantik sırtından çıkan iki "bant", birbirine zıt yönlere gider. Biri Güney Amerika'yı devamlı batıya taşırken, diğeri Afrika'yı doğuya doğru götürür. Ve havaalanındaki bantlar gibi, tektonik levhaları taşıyan bu bantlar, döner ve Dünya'nın derinliklerinden geri gelirler.

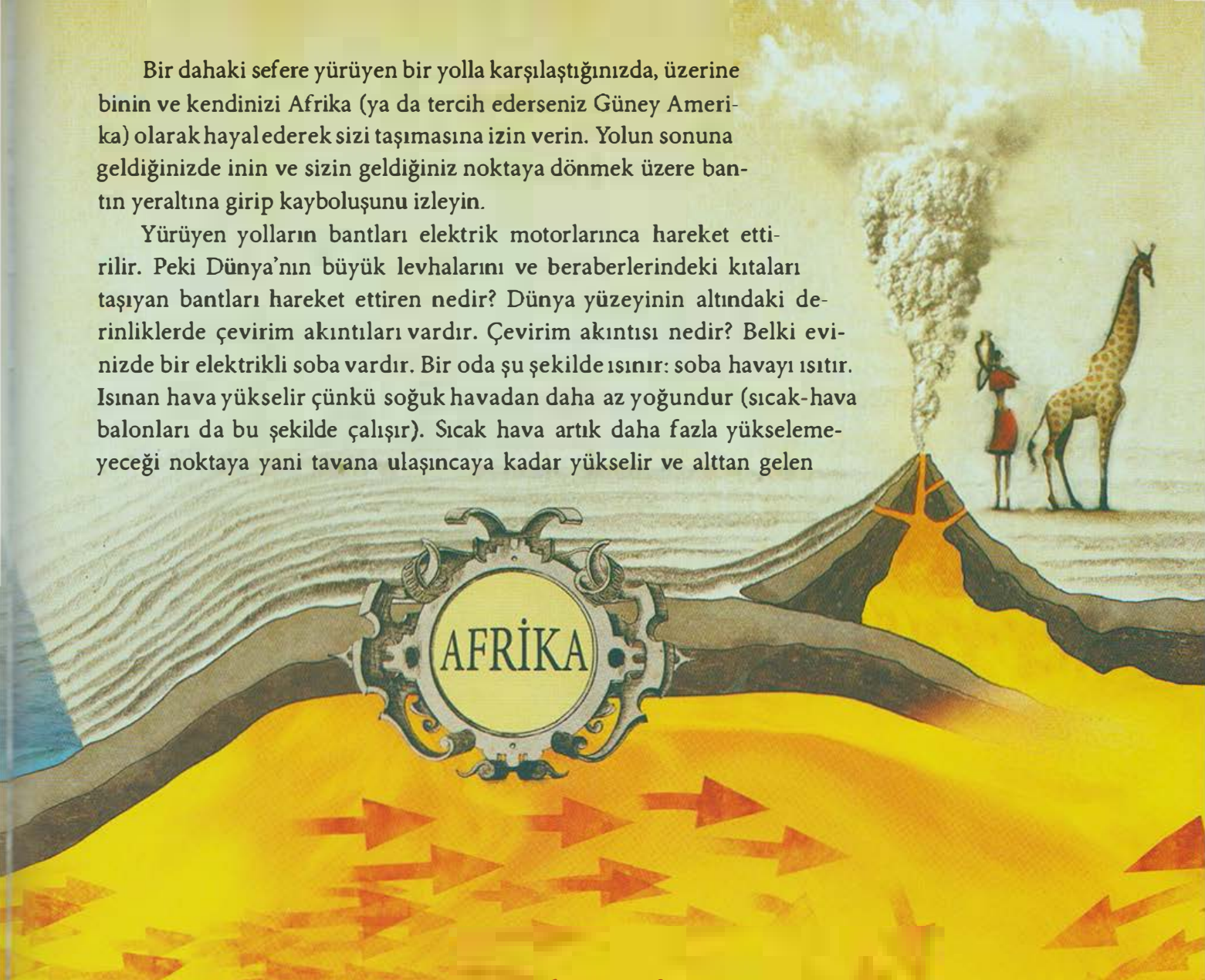


Çevirim Akıntısı

MANTO

Bir dahaki sefere yürüyen bir yolla karşılaştığınızda, üzerine binin ve kendinizi Afrika (ya da tercih ederseniz Güney Amerika) olarak hayal ederek sizi taşımasına izin verin. Yolun sonuna geldiğinizde inin ve sizin geldiğiniz noktaya dönmek üzere bantın yeraltına girip kayboluşunu izleyin.

Yürüyen yolların bantları elektrik motorlarınca hareket ettirilir. Peki Dünya'nın büyük levhalarını ve beraberlerindeki kıtaları taşıyan bantları hareket ettiren nedir? Dünya yüzeyinin altındaki derinliklerde çevirim akıntıları vardır. Çevirim akıntısı nedir? Belki evinizde bir elektrikli soba vardır. Bir oda şu şekilde ısınır: soba havayı ısıtır. Isınan hava yükselir çünkü soğuk havadan daha az yoğundur (sıcak-hava balonları da bu şekilde çalışır). Sıcak hava artık daha fazla yükselemeyeceği noktaya yani tavana ulaşıncaya kadar yükselir ve alttan gelen



Çevirim Akıntısı

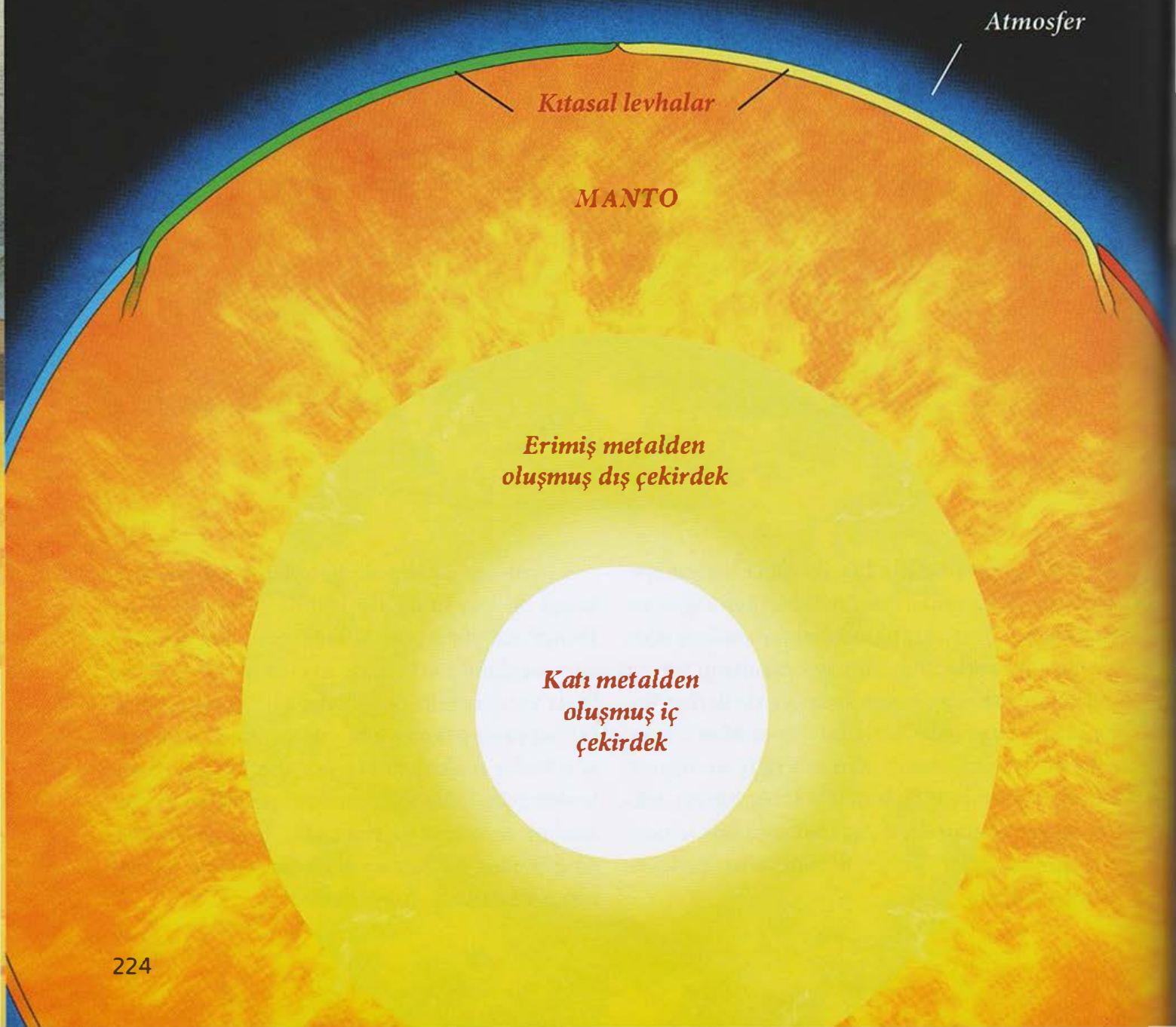
taze sıcak hava tarafından iki yana ilerlemeye zorlanır. Hava yanlara doğru ilerlerken soğur ve inişe geçer. Yere çarptığında tekrar yanlara doğru gitmeye zorlanır ve ısıtıcıya yakalanıp tekrar yükselmeye başlayıncaya kadar yerde ilerler. Bu açıklama biraz basitleştirilmiş bir açıklama ama yine de burada önemli olan ana fikir şu: uygun koşullar altında bir elektrikli soba, havayı tekrar tekrar döndürebilir yani havanın oda içinde dolaşımını sağlar. Böylesi bir dolaşıma "çevirim akıntısı" denir.

Aynı şey su için de geçerlidir. Aslında herhangi bir sıvı ya da gaz için de geçerlidir. Ama Dünya'nın yüzeyinin altında nasıl bir çevirim akıntısı olabilir ki? Orada sıvı var mı ki? Evet, aslında var denebilir. Su gibi değil belki ama yoğun bir bal ya da pekmez gibi yarı sıvıdır. Çünkü orası o kadar sıcaktır ki her şey erir. Isı çok derinlerden gelir. Dünya'nın merkezi gerçekten de çok sıcaktır ve yüzeye gelene kadar da sıcak olmaya devam eder. Bu ısı zaman zaman volkan dediğimiz noktalardan yüzeye fışkırır.

Isı sayesinde hareket

Levhalar sert kayadan meydana gelmişlerdir ve gördüğümüz üzere birçoğu denizin altındadır. Her levha kilometrelerce kalınlıktadır. Bu kalın levha zırhına "litosfer" yani "taş küre" denir. Taş kürenin altında ise daha bile kalın bir katman bulunur ve bu katmana pekmez küre dense yeridir ama gerçek ismi bu değil (gerçek ismi üst manto). Taş kürenin sert kayalık levhalarının bu pekmez küre üzerinde "yüzdüğü" söylenebilir. Altındaki derin ısı, pekmez kürenin kendi içinde son derece yavaş, aşındırıcı çevirim akıntıları oluşmasına neden olur ve yüzen koskoca kayadan levhaları taşıyan işte bu çevirim akıntılarıdır.

Çevirim akıntıları oldukça karmaşık bir yol izlerler. Kendileri de bir çeşit hızlı çevirim akıntıları olan tüm okyanus akıntılarını ve rüzgarları düşünün. Dünya'nın yüzeyindeki çeşitli levhaların, sanki hepsi bir atlıkarıncadaymış gibi aynı yöne değil de tüm yönlere doğru taşınmalarına şaşırmamak lazım. Levhaların birbirleriyle çarpışmalarına veya birbirlerinden yırtılırcasına ayrılmalarına ve birbirlerinin altına dalmalarına ya da birbirlerine yanlamasına sürtünmelerine de şaşırmamak lazım. Ve

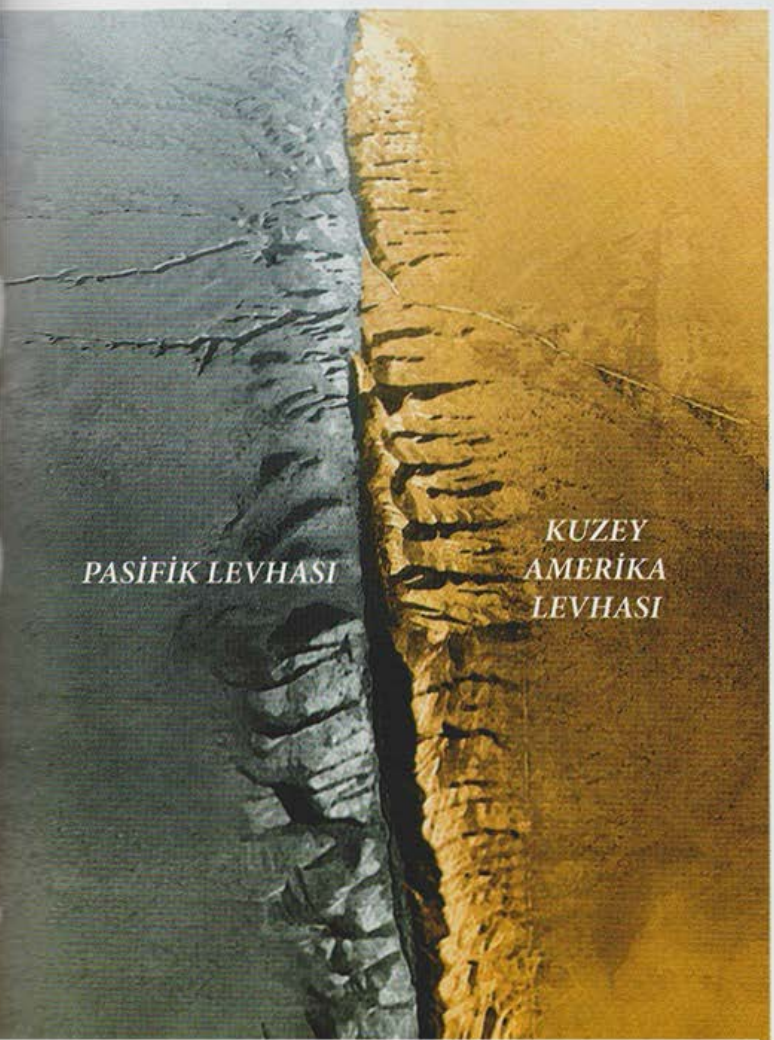


elbette tüm bu devasa kuvvetleri (aşınma, burkulma, gümbürdeme, kazıma kuvvetlerini) depremler olarak hissetmemize de... Depremlerin korkunç olduğu bir gerçek ama insan asıl neden daha korkunç depremler olmadığını düşünmeden edemiyor.

Bazen hareket eden bir levha, komşusunun altına kayar. Buna "dalma-batına" denir. Örneğin Afrika levhasının bir kısmı Avrasya levhasının altına dalmaktadır. İtalya'da deprem olup durmasının, antik Roma dönemlerinde Vezüv dağının patlayıp Pompei ve Herkulaneum şehirlerini yoketmesinin nedeni budur (çünkü volkanlar levhaların sınırlarında dizilirler). Everest dağı da dahil olmak üzere Himalaya dağları bugünkü devasa yüksekliklerine Hindistan levhasının devamlı Avrasya levhasının altına dalmasıyla ulaşmışlardır.

Konuya San Andreas Fayı'yla başlamıştık madem onunla bitirelim. San Andreas Fayı, Pasifik levhasıyla Kuzey Amerika levhasının uzun karşılaşma ve "patinaj" çizgisi üzerindedir. Her iki levha da kuzeybatıya doğru ilerlemektedir ancak Pasifik levhası daha hızlı ilerler. Los Angeles Şehri Kuzey Amerika levhası üzerinde değil Pasifik levhasının üzerindedir ve çoğunluğu Kuzey Amerika levhasının üzerinde olan San Francisco'nun devamlı üzerine doğru sokulmaktadır. Tüm bu bölgede depremler her zaman bekleniyor ve uzmanlar bir on yıl içinde büyük bir tane olacağını tahmin ediyorlar. Neyse ki Kaliforniya, Haiti'nin aksine, deprem mağdurlarının korkunç durumlarıyla ilgilenmek için iyi donanımlı bir eyalettir.

Günün birinde Los Angeles'ın kimi kısımları kendini San Francisco'da bulabilir. Ama buna daha çok var ve bugün hayatta olanların hiçbiri bunu göremeyecek.





11 NEDEN KÖTÜ ŞEYLER OLUR?

NEDEN KÖTÜ şeyler olur? Deprem ya da fırtına gibi korkunç bir afetten sonra insanların şöyle şeyler söylediklerini duyarsınız:

"Ama bu haksızlık. Bu zavallı insanlar böylesi bir kaderi hakedecek ne yaptı?"

Eğer kötü bir insan sağlıklı bir şekilde yaşamını sürdü düğü halde gerçekten çok iyi bir insan çok acı çektiği bi hastalığa yakalanır ve sonunda ölürse, yine yakınınız:

"Haksızlık!" Veya şöyle deriz

"Adalet bunun neresinde?"

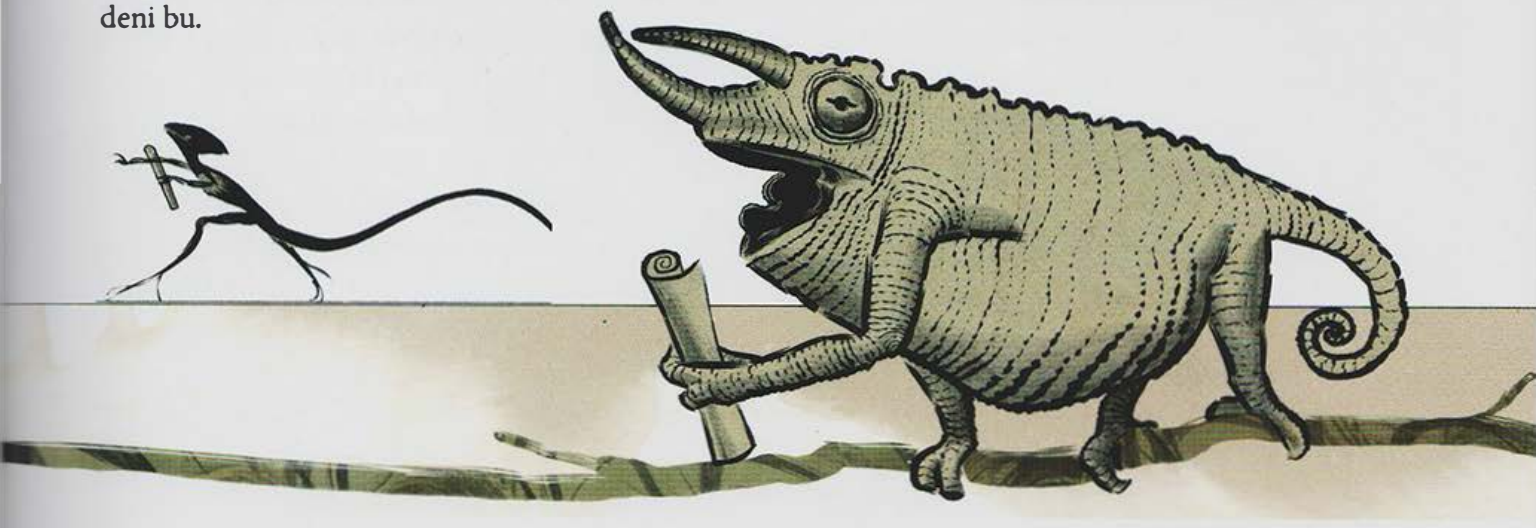


Bu hisse karşı koymak çok zor, bir şekilde, bir çeşit doğal adalet olmalı diye düşünebilirsiniz. İyi şeyler iyi insanlara olmalı. Kötü şeylerse, illa olmak zorundalarsa sadece kötü insanların başına gelmeli. Oscar Wilde'ın enfes oyunu *Azimli Olmanın Önemi*'nde, yaşlıca bir mürebbiye olan Bayan Prism uzun yıllar önce nasıl roman yazdığını açıklar. Kendisine romanın iyi bitip bitmediği sorulunca cevap verir: "İyiler için mutlu, kötüler için mutsuz sonla bitti." Gerçek hayat ise farklıdır. Kötü şeyler olur ve oldukları zaman kötü insanlar kadar iyi insanların

da başına gelir. Neden? Neden gerçekhayat Bayan Prism'in kurgusundaki gibi değil? Neden kötü şeyler oluyor?

Tanrılarının mükemmel bir dünya yaratma niyetinde olduğu, ancak maalesef bu esnada bir şeylerin ters gittiğine inanan birçok insan vardır ve bir o kadar fikir de bu ters giden şeyin ne olduğuna dairdir. Batı Afrika'nın Dogon kabilesine göre, dünyanın başlangıcında, içinden ikizlerin çıktığı kozmik bir yumurta varmış. Eğer ikizlerin ikisi de aynı anda çıksalarmış hiçbir sorun olmayacakmış. Ama maalesef biri olması gerekenden erken çıkmış ve tanrının tüm mükemmellik planlarını suya düşürmüş. Dogon'lara göre kötü şeylerin olmasının nedeni bu.





Ölümün dünyaya nasıl geldiğine dair pek çok efsane bulunur. Tüm Afrika'da, farklı kabileler insanlara ulaştırması için bukalemuna ölümsüzlük haberinin verildiğine inanır. Ama maalesef bukalemun o kadar yavaş yürümüş ki (bukalemunlar sahiden yavaş yürür, bilmez miyim, çocukluğumun Afrika'da geçirdiğim kısmında ismi Hookariah olan bir bukalemunum vardı) daha atik bir kertenkele (ya da efsanenin başka versiyonlarındaki başka hızlı bir hayvan) tarafından taşınan ölüm haberi insanlara daha çabuk ulaşmış. Bir Batı Afrika efsanesinde ise yaşam haberini taşıyan yavaş bir kurbağa, ölüm haberini taşıyan hızlı bir köpek tarafından geçilir. Aslında haberlerin *hangi sırayla geldiğinin* niye bu kadar önemli olduğunu pek anlamadığını söylemeliyim. Kötü haber ne zaman varırsa varsın yine kötü haberdir.



Hastalığın kötü şeyler arasında özel bir yeri vardır ve kendine has söylenceleri doğurmuştur. Bunun bir nedeni de hastalıkların uzun süre kısmen gizemli kalmalarıdır. Atalarımız aslanlardan, kılıçdişli kaplanlardan, diğer kabilelerden ve açlıktan kaynaklanan başka tehlikelerle de karşılaşmışlardır ancak o tehlikelerin gelişini görebilir, anlayabilirsiniz. Öte yandan çiçek hastalığı veya veba veya sıtma, onlara herhangi bir uyarı olmaksızın yoktan varolmuş gibi görünmüş olmalı ve bu tehlikelere karşı nasıl hazırlıklı olabileceklerini de bilmiyorlardı. Bu onlar için korkutucu bir gizem olmalıydı. Hastalıklar nereden geliyordu? Bu acılı ölümleri, sürüngüren diş ağrısını veya berbat benekleri hak edecek ne yaptık? İnsanların hastalıkları anlamaya çalışmak için umutsuzca ve kendilerini hastalıklardan korumak için daha da umutsuzca batıl inançlara başvurmasına şaşırmamak gerek. Birçok Afrika kabilesinde çok yakın döneme kadar, hastalanan ya da hasta bir çocuk sahibi olan kişiler, suçlamak için hemen etrafta şeytani bir büyücü ya da cadı ararlardı. Eğer benim çocuğumun ateşi çıkarsa, bu bir düşmanımın ona büyü yapsın diye bir cadıyla anlaştığı için olmalıdır. Ya da belki de doğduğunda bir keçi kurban edecek param olmadığı içindir. Veya yeşil bir tırtıl yolumun önünden geçtiğinde kötü ruhlara tükürmeyi unuttuğum için.

Antik Yunan'da ise hasta hacılar gecelerini, şifa ve tıp tanrısı Asclepius'a adanmış tapınaklarda geçirirlerdi. Tanrının onları iyileştireceğine ya da tedaviyi rüyalarında söyleyeceğine inanırlardı. Bugün bile, şaşırtıcı sayıda hasta insan Lourdes gibi yerlere seyahat ederek, kutsal suyun onları iyileştireceğini umarak kutsal havuzlara girerler (bana kalırsa aynı suya giren diğer birçok insandan başka bir şey kapmaları iyileşmelerinden daha olası). Son 140 yıldır 200 milyon insan tedavi olmayı umarak, Lourdes'e hacı ol-





maya gitti. Çoğunun ciddi rahatsızlıkları yoktu ve neyse ki çoğu (haccı gerçekleştirseler de gerçekleştirmeseler de olacağı gibi) iyileştiler.

Antik Yunan'da, tüm doktorların uyması gereken yemine ismini vermiş olan "tıbbın babası" Hipokrat, depremlerin hastalıkların önemli bir nedeni olduğunu düşünmüştü. Orta çağlarda ise, birçok insan hastalıkların nedeninin gezegenlerin yıldızlar karşısındaki konumları olduğuna inanıyordu. Bu astroloji denen inançlar sisteminin bir parçasıydı ve saçma görünse de bugün hâlâ oldukça çok inananı bulunur.

Sağlık ve hastalıkla ilgili, milattan önce beşinci yüzyıldan, milattan sonra on sekizinci yüzyıla kadar varlığını sürdürmüş olan en inatçı söylence, dört "ruh hali" söylencesidir. Biri için "bugün ruh hali yerinde" dediğimizde, bu o günlerden kalma bir alışkanlıktır ama insanlar bunun ardındaki fikre artık inanmıyorlar. Bahsedilen bu dört ruh hali hüzün, asabiyet, iyimserlik ve sakinliktir. İyi bir sağlığın bu dördünün arasındaki "dengeye" bağlı olduğu düşünülürdü ve bugün hâlâ "çakralarınızdan" yayılan "enerjinizi" ellerini kullanarak "dengeleyen" sözde "şifacılardan" benzer şeyler duyabilirsiniz.

Dört ruh hali teorisinin doktorlara hastaları iyileştirmelerinde yardımcı olmadığı kesindir ama hastalar üzerinde yapılan "kanatma" uygulamaları hariç çok büyük bir zarar vermemiş olabilir. Kanatma uygulamasına göre hastanın damarlarından biri neşter benzeri bir kesici aletle kesilir ve bir miktar kan özel bir küvete akıtılırdı. Elbette bu zavallı hastayı daha da hasta yapardı (bu işlem George Washington'ın ölümüne katkıda bulunmuştur) ama doktorlar eski ruh hali söylencesine o kadar inanırlardı ki bu uygulamayı çok kez gerçekleştirmişlerdir. Hatta bu kan akıtma işlemi sadece hasta insanlara da yapılmamıştır. Bazen insanlar hasta olmadan evvel, hastalıkları önleyeceği umuduyla doktorlardan bunu yapmalarını isterlerdi.

Bir zamanlar okuldayken, öğretmenimiz bizden hastalıkların neden olduğunu düşünmemizi istemişti. Bir çocuk el kaldırıp hastalıkların "günahlar" yüzünden olduğunu söylemişti! Bugün bile, genel olarak kötü şeylerin benzer sebeplerle olduğunu düşünen birçok insan var. Bazı söylenceler, atalarımız çok uzun zaman önce çok fena bir şey yaptıkları için kötü şeylerin olduğunu öne sürüyor. İlk atalarımız olan Adem



ve Havva'nın hikayesini anlatan Yahudi söylencesinden bahsetmiştim. Adem ve Havva'nın korkunç bir şey yaptığını hatırlayacaksınız: yasak ağacın meyvesini yemeleri için yılanın kendilerini ikna etmesine izin vermişlerdi. Bu efsanevi suç, çağlar boyunca aktarıldı ve bazı insanlar hâlâ bu suçun bugüne kadar olan tüm kötülüklerin sorumlusu olduğuna inanıyor.



Birçok söylence iyi tanrılar ve kötü tanrılar (veya şeytanlar) arasındaki çekişmeden bahseder. Kötü tanrılar dünyadaki kötü şeylerden sorumludurlar. Ya da iyi tanrılarla savaş halinde olan çoğul değil de, sadece tek bir kötü ruh, yani Şeytan veya ona benzer bir şey de olabilir. Eğer şeytanlarla tanrılar ya da iyi tanrılarla kötü tanrılar arasındaki bu sürtüşme olmasaydı kötü şeyler hiç olmayacaktı.



Kötü şeyler neden olur gerçekten?

HERHANGİ BİR ŞEY neden olur ki zaten? Bu cevap vermesi güç bir soru ama aslında "*Kötü* şeyler neden olur?" sorusundan daha akla uygun bir soru. Çünkü şans eseri beklenenden daha sık olmaya başlamadıkça ya da kötü şeylerin sadece kötü insanların başına gelmesini sağlayan bir çeşit doğal adalet olması gerektiğini düşünmüyorsak kötü şeyleri ayrı tutup özel muamele etmek için bir neden yok.

Kötü şeyler şans eseri bekleyeceğimizden daha sık mı olmaya başladı? Eğer öyleyse gerçekten açıklamamız gereken bir şey var demektir. İnsanların şakayla karışık "Murphy Kanunları" ya da "Aksilikler Yasası"na atıfta bulunduğunu duymuş olabilirsiniz. Bu yasalara göre: "Eğer bir reçelli ekmeği yere düşürecek olursanız, her zaman reçelli tarafının üzerine düşecektir". Ya da daha genel olarak: "Eğer bir şeyin kötü gitme ihtimali varsa, kötü gidecektir." İnsanlar sık sık bununla ilgili şakalar yaparlar ama bazen bunun bir şakadan fazlası olduğunu düşündükleri hissine kapılabilirsiniz. Gerçekten de dünyanın onlara karşı olduğuna inanıyorlarmış gibi görünürler.

Televizyon belgeselleri için bir miktar çekime katıldım ve çekimlerde "çekim esnasında" kötüye gidebilecek şeylerden bir tanesi istenmeyen gürültülerdir. Uzakta bir uçak belirince çekimi durdurup uzaklaşana kadar beklemek gerekir ve bu gerçekten çok sinir bozucu olabilir. Eski tarihsel dönemlerdeki yaşamı anlatan kostümlü filmler en ufak bir uçak gürültüsüyle mahvolabilir. Film sektöründeki insanların, film için sessizliğin en önemli olduğu sahnelerde uçakların kasten tepelerinden geçtiklerine inanmak gibi bir batıl inançları var ve her seferinde Aksilikler Yasası'nı anarlar.

Bu yakınlarda, çalıştığım bir çekim ekibiyle beraber çekim yapmak için gürültünün çok az olacağından emin olduğumuz bir yerde, Oxford'un yakınlarındaki büyük bir çayırlıkta karar kıldık. Üstelik sessiz sakin olacağından ikikez emin olmak için çekim yapmak için sabahın erken saatlerini seçtik. Bir de ne görelim, İskoçyalının biri tek başına gayda çalışıyor (belki de karısı evden kovalamış). Hep bir ağızdan "Aksilikler Yasası!" diye inledik. Ama gerçekte olan şudur; çoğu zaman sürüp gitmekte olan bir gürültü zaten vardır ama biz sadece, örneğin film çekimimizi baltaladığı için sinirimizi bozduğu zaman bunu *farkederiz*. Sinirimizi bozan, sıkıntı veren şeyleri farketme ihtimalimiz yanlıdır ve bu bizi dünyanın kasten sinirlerimizi bozmaya çalıştığını düşünmeye iter.





Ekmek örneğine dönersek, gerçekten reçelli tarafına, reçelsiz tarafının üzerine düştüğünden daha sık düştüğünü bulmak şaşırtıcı olmaz. Çünkü masalar çok yüksek değildir ve ekmek reçelli tarafı yukarı bakacak şekilde düşmeye başlar ve masanın yüksekliği çok fazla olmadığından yere düşünceye kadar genellikle ancak yarım bir dönüş yapacak kadar süre geçer. Ama ekmek örneği bu kasvetli fikri ifade etmenin sadece renkli bir yoludur:

"bir şey ters gidebilecekse ters gider."

Belki Aksilikler Yasası için şu daha iyi bir örnek olabilir: "Yazı tura atarsanız, tura gelmesini ne kadar çok isterseniz, yazı gelme ihtimali o kadar artar."

Bu karamsar bir bakış açısı. Bir de tura gelmesini ne kadar çok isterseniz, tura gelme ihtimalinin o kadar artacağını düşünen iyimserler var. Belki bunu da işlerin iyi gideceğine dair iyimser inanç olması bakımından "Pollyanna Yasası" olarak adlandırabiliriz. Ya da Fransız yazar Voltaire tarafından yaratılan karaktere atfen "Pangloss'un Yasası" da diyebiliriz. Voltaire'in "Dr. Pangloss"una göre "Her şey, olabilecek en iyi dünyada olabileceklerin en iyisi içindir."

Bunları bu şekilde belirttiğiniz zaman Aksilikler Yasası'nın da, Pollyanna Yasası'nın da saçma olduğunu hemen görebilirsiniz. Madeni paralar ve ekmek dilimlerinin sizin arzularınızın gücünü bilmelerinin bir yolu ve onları gerçekleştirmek ya da engellemek için kendilerine ait arzuları yoktur. Ayrıca bir insan için kötü olan bir şey, bir başkası için iyi olabilir. Rakip tenis oyuncularının ikisi de zafer için gayretli bir şekilde dua ederler ama birinin kaybetmesi gerekir! "Neden kötü şeyler olur?" ya da "Neden iyi şeyler olur?" diye sormak için özel bir neden yoktur. Her ikisinin de arkasındaki asıl sorulması gereken genel soru şudur: "Neden *herhangi bir şey* olur?"

Şans, tesadüf ve sebep



Bazen insanlar "Her şeyin bir sebebi var" derler. Bir bakıma bu doğru. Her şeyin gerçekten bir sebebi var. Bu, olayların sebepleri olduğu ve sebebin her zaman olaydan önce geldiği anlamına gelir. Tsunamiler denizin altındaki depremler nedeniyle olur, depremler ise 10. bölümde gördüğümüz gibi Dünya'nın tektonik levhalarındaki hareket yüzünden olur. Her şeyin bir sebebi var denmesindeki doğru mantık; "sebebin" bir "öncül neden" anlamına geldiği mantıktır. Ama insanlar bazen "sebep" derken çok farklı bir şeyi kastederler, daha çok "amaç" anlamında bir şey. Mesela şöyle derler:

"Tsunami günahlarımız yüzünden gönderilen bir cezaydı"

veya

"Tsunami, striptiz kulüpleri ve diskolar ve barlar ve diğer tüm günahkar yerleri yoketmek için geldi"

İnsanların ne kadar sık böyle saçmalıklara başvurduklarını görmek hayret vericidir.

Belki de bu çocukluktan kalma bir şeydir. Çocuk psikologları, küçük çocuklara bazı taşların neden sivri olduğu sorulduğunda çocukların bilimsel açıklamaları reddedip "böylelikle hayvanlar kendilerini kaşıyabilirler" cevabını tercih ettiklerini gösterdiler. Çocukların çoğu büyüyüp sivri taşlara dair bu tarz açıklamaları geride bırakmışlardır. Ama pek çok yetişkin, iş depremler gibi acı olaylara ya da depremden kurtulanların şansına gelince bu tarz açıklamalardan silkelenip kurtulmakta pek başarılı değildir.



Peki ya "kötü şans"? Gerçekten kötü şans, dahası iyi şans diye bir şey var mı? Bazı insanlar diğerlerinden daha şanslı mı? İnsanlar bazen şansım ters "gitti" derler. Ya da "son zamanlarda başıma o kadar çok kötü şey geldi ki, kötü şans hakkımı kullandım artık bir parça iyi şansı hakettim" de diyebilirler. Ya da "Bilmem kim o kadar şansız bir insan ki her şey onun için kötü sonuçlanıyor" demeleri de mümkün.

"Bir parça iyi şansı hakettim" ifadesi, "Ortalamalar yasası"nın yaygın biçimde yanlış anlaşılmasına bir örnektir. Kriket oyununda hangi takımın ilk başladığı genellikle büyük fark yaratır. Takım kaptanları avantajı kimin alacağını belirlemek için yazı tura atarlar ve her iki takımın taraftarları da kendi takımının kaptanı yazı turayı kazansın diye umut eder. Hindistan ve Sri Lanka arasında yakınlarda gerçekleşen bir maç öncesi Yahoo internet sayfası şu soruyu sordu:



"Dhoni [Hindistan'ın kaptanı] yazı turada bir kez daha şanslı olacak mı?"

Gelen cevaplar arasından (benim anlamadığım bir nedenden ötürü) seçilen "En iyi cevap" şuydu:

"Ortalamalar yasasına derinden inanıyorum, benim oyum Sangakkara'nın [Sri Lanka'nın kaptanı] şanslı olacağı ve heyecanla beklenen yazı turayı kazanacağı yönünde"

Bunun nasıl saçma bir açıklama olduğunu görebiliyor musunuz? Daha önceki bir dizi maçta, Dhoni yazı turayı her seferinde kazanmıştı. Demek ki yanlış anlaşılmış "Ortalamalar Yasası", Dhoni'nin bugüne kadar şanslı olduğunu gözeterek bu sefer kaybetmesini ve *dengenin yeniden sağlanmasını* gerektiriyor. Bunu ifade etmenin diğer bir yolu da yazı turayı kazanma sırasının Sangakkara'da olduğunu söylemektir. Ya da tekrar Dhoni kazanacak olursa bunun *haksızlık* olacağını söylemek de olabilir. Ancak gerçekte, Dhoni yazı turayı daha önce kaç kere kazanmış olursa olsun, bu denemede de kazanma şansı *her zaman* yarı yarıyadır. "Sıranın" veya "adaletin" yazı turayla bir ilgisi yoktur. Bizler hak veya haksızlığı önemsiyor olabiliriz ama bu madeni paraların umurunda değil! Keza evrenin de öyle.

Bir bozukluğu 1000 kere atarsanız yaklaşık olarak 500 kere yazı, 500 kere tura gelmesini beklersiniz. Ama farzedin bir bozukluğu 999 kere attınız ve her defasında tura geldi. Sonuncu deneme için oyunuz hangisinden yana olurdu? "Ortalamalar Yasası'nı" pek çok insanın yaptığı gibi yanlış anladıysanız yazı demeniz gerekir çünkü *sıra* yazıda ve eğer tekrar tura gelecek olursa bu *haksızlık* olur. Ama ben iddiaya girerim yine tura gelecektir, aklınız varsa siz de öyle yaparsınız. Paranın 999 kez arka arkaya tura gelmiş olması, birilerinin paranın kendisiyle veya onu havaya atış şekliyle oynadığı anlamına gelir. "Ortalamalar Yasası'nın" yanlış anlaşılması birçok kumarbazı da mahvetmiştir.

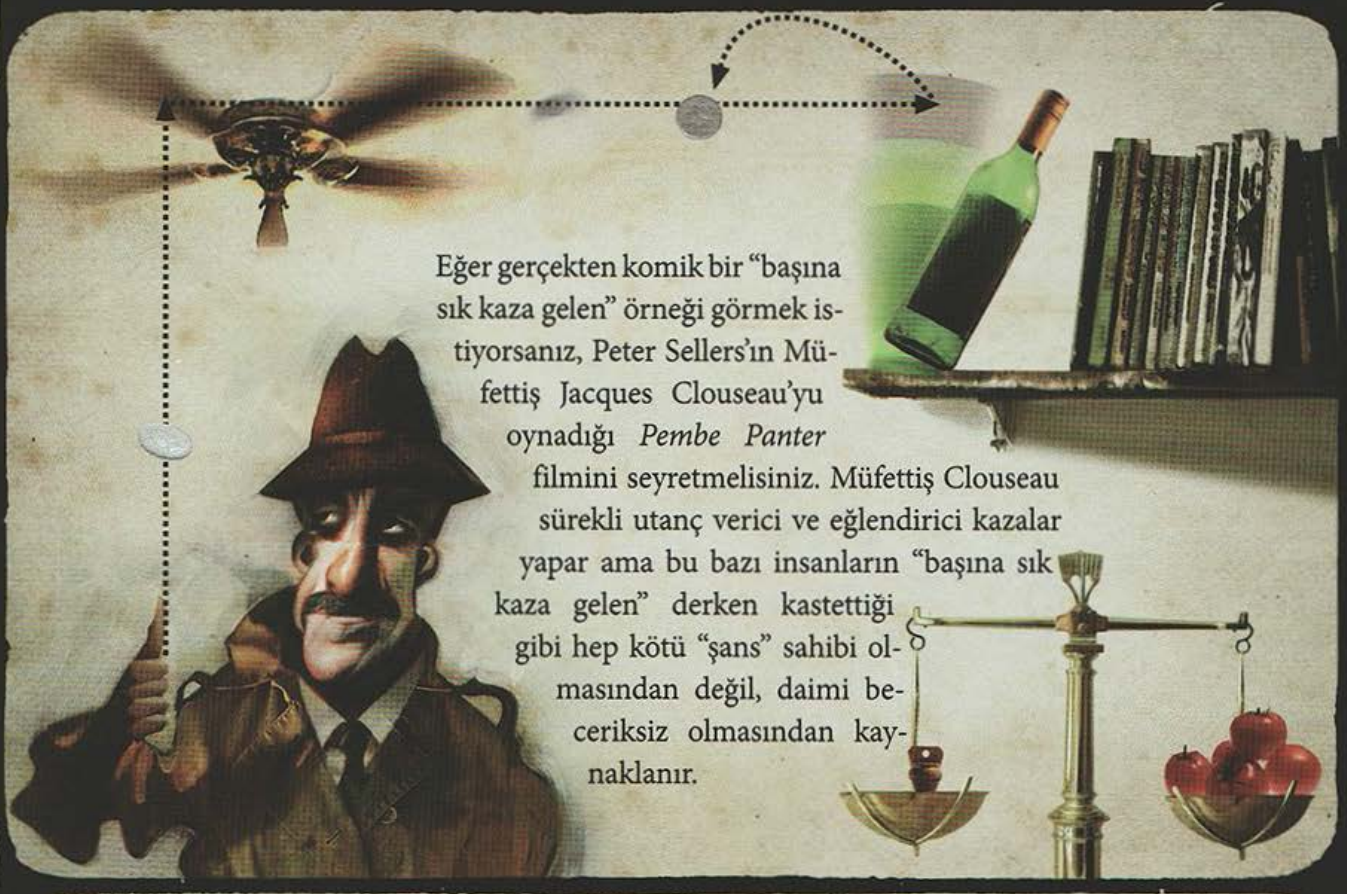




Kabul etmek gerekir ki, geriye dönüp baktığınızda "Sangakkara'nın yazı turayı kaybetmesi büyük şanssızlık olmuş çünkü bu sayede Hindistan çok güzel bir atışla oyuna başladı ve bu da çok sayı kazanmalarını sağladı" diyebilirsiniz. Bunda yanlış bir şey yok. Tek söylediğiniz yazı turayı kazanmanın gerçekten bir fark yaratmış olduğu, yani bu olay özelinde yazı turayı kim kazanırsa kazansın çok şanslı olacaktı. Söylememeniz gereken ise, Dhoni, önceki pek çok yazı tura atışında kazandığı için bu sefer sıranın Sangakkara'da olduğu. Hele şunu hiç *söylememelisiniz*: "Dhoni iyi bir kriket oyuncusu ama onu kaptan yapmamızın asıl nedeni yazı turayı kazanmak konusunda çok şanslı oluşu." İnsanlar birey olarak yazı tura atışlarında şanslı olmak gibi bir özellik sahibi değildir. Bir kriket oyuncusunun iyi bir vurucu ya da kötü bir atıcı olduğunu söyleyebilirsiniz. Ama yazı turaları kazanmakta iyi veya kötü olduğunu *söyleyemezsiniz!*

Aynı sebepten ötürü boynunuza şanslı bir tılsım takarak da şansınızı arttırabileceğinizi düşünmek tamamen saçmalıktır. Ya da uğurlu formanızı giyerek. Bu gibi şeylerin başınıza gelecekleri etkileme güçleri yoktur, tabi bir şekilde sizin nasıl hissettiğinizi etkilemedikleri sürece, örneğin bir tenis servisinden önce size biraz daha güven kazandırarak sizi sakinleştirmesi gibi. Ama bunun şansla hiçbir ilgisi yoktur, bu psikolojidir.

Bazı insanların "başına sık kaza gelen" olarak adlandırıldığı doğrudur. Ama bu o kişinin talihsiz değil sadece "sakar" olduğu ve düşmeye daha müsait olduğu anlamına geliyorsa kabul edilebilir.



Eğer gerçekten komik bir "başına sık kaza gelen" örneği görmek istiyorsanız, Peter Sellers'ın Müfettiş Jacques Clouseau'yu oynadığı *Pembe Panter* filmini seyretmelisiniz. Müfettiş Clouseau sürekli utanç verici ve eğlendirici kazalar yapar ama bu bazı insanların "başına sık kaza gelen" derken kastettiği gibi hep kötü "şans" sahibi olmasından değil, daimi beceriksiz olmasından kaynaklanır.

(Bu arada *Pembe Panter* filminin orijinal olanını izlemeye çalışın, *Pembe Panter'in Oğlu, Pembe Panter'in İntikamı* gibi devam filmi olarak sonradan çıkan benzer isimli olanları değil.)

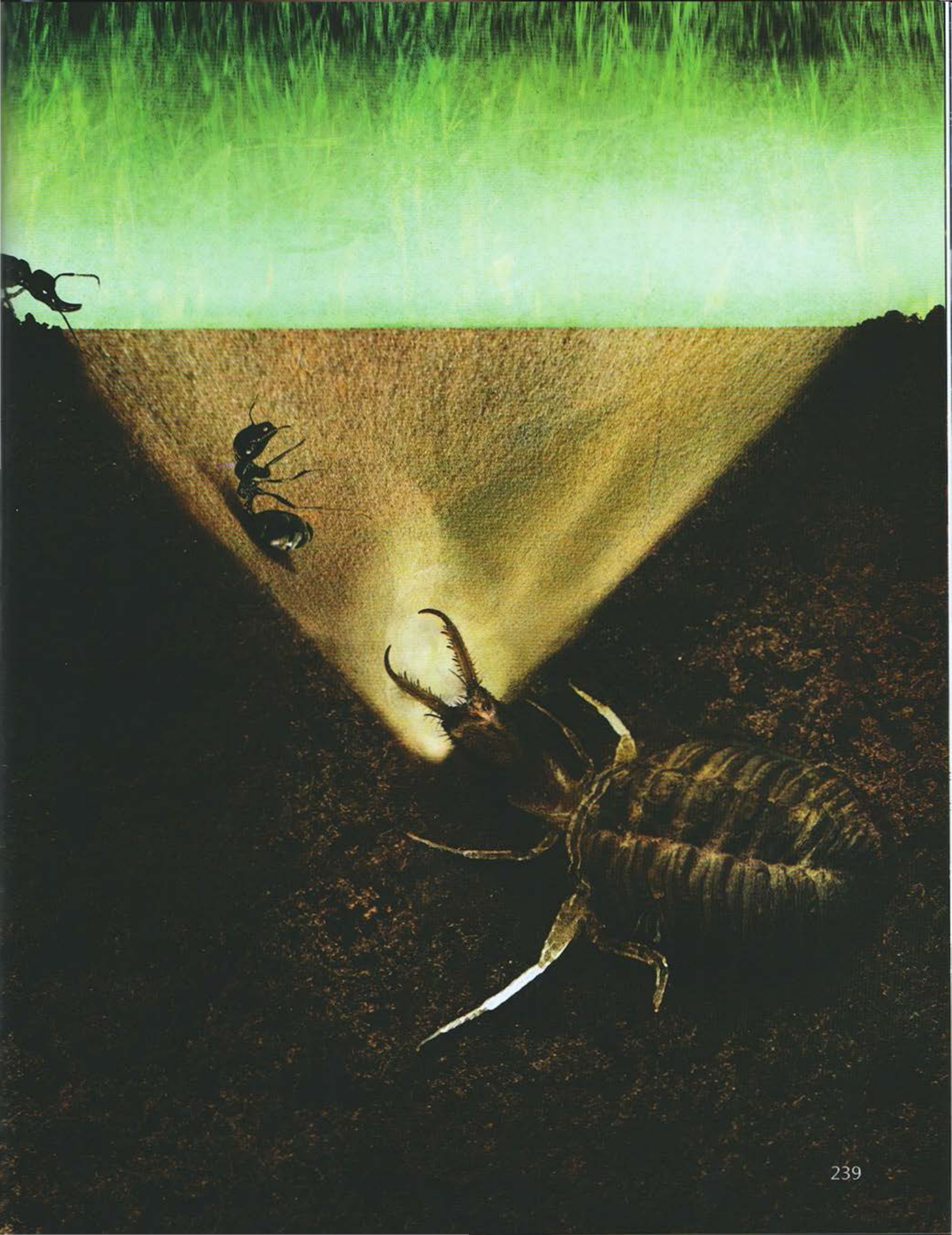


Pollyanna ve paranoya

Gördüğümüz gibi kötü şeyler, tıpkı iyi şeyler gibi şans eseri olmaları gerektiğinden daha sık gerçekleşmiyorlar. Evrenin bir zihni yok, duyguları ve kişiliği yok, dolayısıyla size zarar vermek ya da sizi memnun etmek için bir şeyler yapmaz. Kötü şeyler olur, çünkü *şeyler* olur. Sizin bakış açınıza göre iyi ya da kötü olmaları, onların olma ihtimallerini etkilemez. Bazı insanlar bunu kabul etmekte zorlanırlar. Kötülük edenin kötülük bulacağını, erdemlerin ödüllendirileceğini düşünmeyi tercih ederler.

Fakat şimdi tüm bunları söyledikten sonra bir an durup düşündüm de komik ama Aksilikler Yasasına benzer bir şeyin doğru olduğunu kabul etmem lazım. Bir fırtınanın ya da depremin sizi haklamak gibi bir arzusu olmadığı kesinlikle doğru olsa da (çünkü öyle ya da böyle sizi umursadıkları yoktur) canlıların dünyasına döndüğümüzde işlerin biraz değiştiğini görürüz. Eğer bir tavşansanız, bir tilki sizi haklamak için oradadır. Eğer bir golyan balığıysanız, bir turna balığı sizi haklamak için oradadır. Tilkinin ya da turna balığının bunları düşünerek yaptıklarını söylemeye çalışmıyorum, ki öyle de olabilir. Aynı şekilde bir virüsün sizi haklamak için oralarda bir yerde olduğunu söylemekte sakınca görmüyorum ve kimse virüslerin herhangi bir şey düşünebildiğine inanmaz. Ancak doğal seçilim yoluyla evrim; virüslerin, tilkilerin ve turna balıklarının, kurbanları için pratikte pek iç açıcı olmayan şekillerde davranmaları yönünde çalışmıştır yani sanki kasten onları haklamak için oradaymışlar gibi, depremler veya kasırgalar veya heyelanlar açısından söz konusu olmayan bir şekilde davranmaları yönünde... Depremler ve kasırgalar kurbanları için kötüdürler ama kötü şeyler yapmak için özellikle adım atmazlar: hiçbir şey yapmak için özellikle adım atmazlar, onlar sadece olurlar.

Doğal seçilim, yani Darwin'in deyimiyle var olmak için mücadele; her canlı varlığın, ona zarar vermek için çok çalışan bir düşmanı olduğu anlamına gelir. Ve bazen doğal düşmanların kullandıkları hileler bize zekice planlanmış gibi görünürler. Örneğin örümcek ağları, habersiz böcekler için zekice hazırlanmış tuzaklardır. Karınca aslanı denilen küçük bir böcek, avlarının içine düşmesi için bubi tuzakları kazar.



Karınca aslanı, kazdığı koni şeklindeki çukurun dibinde bekler ve çukura düşen her karıncayı yakalar. Kimse örümceğin ya da karınca aslanının zeki olduğunu ve kurnaz tuzağını *tasarladığını* öne sürmez. Ama doğal seçilim onların, bizim gözlerimize zekice görünen bu biçimlerde davranmalarına neden olacak beyinlere sahip olacak şekilde evrilmelerini sağlamıştır. Benzer şekilde bir aslanın bedeni, antilopların ve zebraların sonunu getirmek için zekice tasarlanmış gibi görünür. Bir antilop olsaydınız, sessizce yaklaşan, kovalayan ve üstünüze atlayan bir aslanın sizi haklamak için oradaymış gibi görüneceğini aklınızda canlandırabilirsiniz.

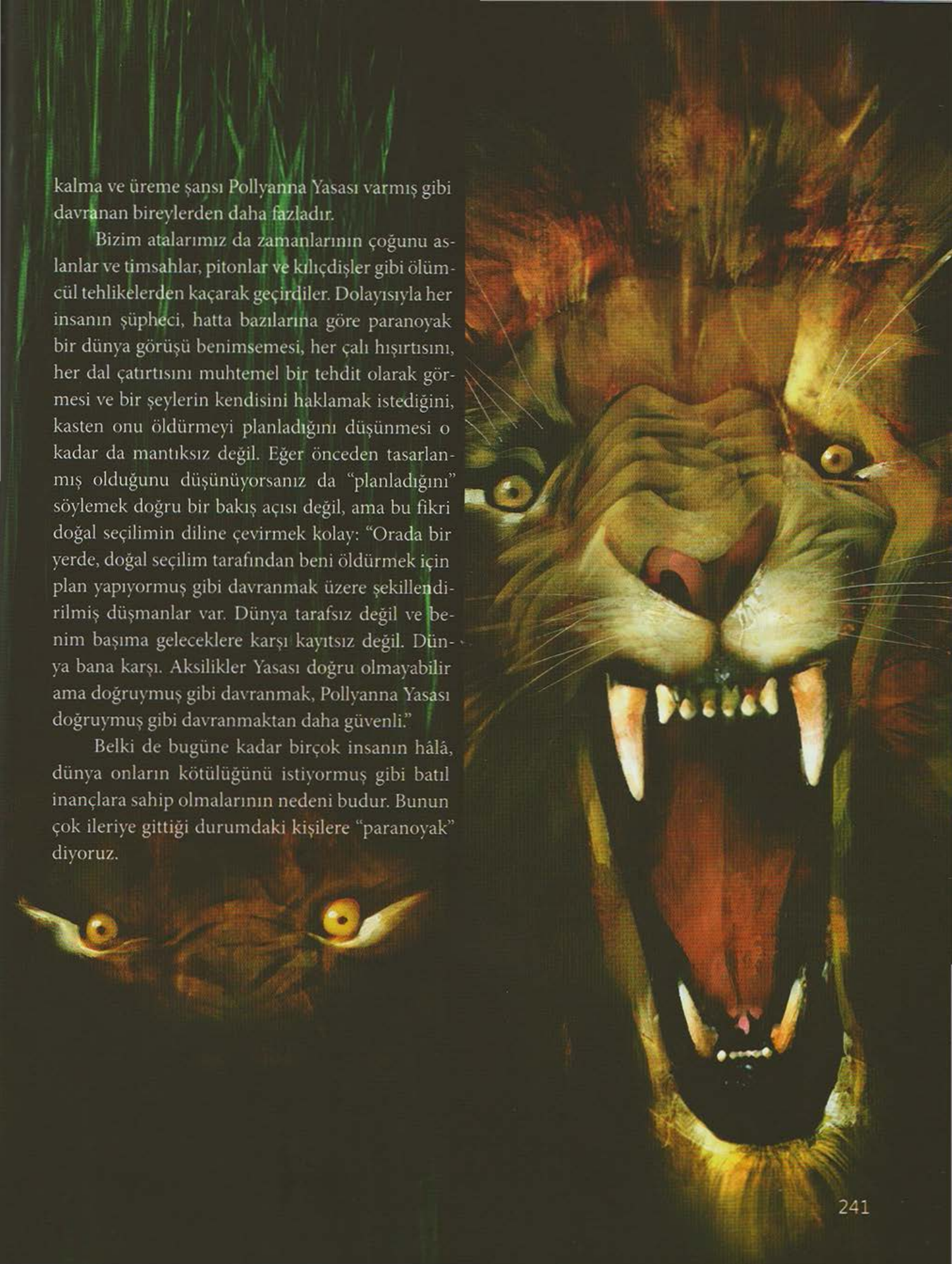
Avcıların (diğer hayvanları öldürüp yiyen hayvanların), avlarının kötülüğüne çalıştıklarını görmek zor değil. Ancak avlar da avcılarının kötülüğüne çalışırlar. Yenmekten kurtulmak için ellerinden geleni yaparlar ve eğer hepsi bunu başarırsa avcılar açlıktan ölür. Aynısı parazitler ve konakları için de geçerli. Bu aynı zamanda birbirleriyle rekabet halinde bulunan aynı türün üyeleri için de geçerlidir. Eğer hayat kolaysa, doğal seçilim ister av ya da avcı, ister parazit ya da konak isterse rakipler olsun, düşmanlarda ilerlemelerin evrilmesini destekleyecektir. Ve bu ilerlemeler hayatı yeniden zorlaştıracaktır. Depremler ve kasırgalar can sıkıcıdır ve hatta düşman olarak adlandırılabilirler ama sizi "haklamak" için avcıların ve parazitlerinki gibi "Aksilikler Yasası" benzeri bir durumları yoktur.

Bunun, herhangi bir vahşi hayvanın, örneğin bir antilobun düşünüş tarzı üzerinde kimi etkileri vardır. Bir antilopsanız ve uzun çalıların hışırdadığını duysanız, bu sadece bir rüzgar diye düşünebilirsiniz. Rüzgarın sizi haklamak gibi bir amacı olmadığına göre endişe edecek bir şey yok: rüzgar, antiloba ve antilobun başına geleceklere karşı tamamen ilgisizdir. Ancak uzun çalılardaki bu hışırdama sinsice yaklaşmakta olan bir leopar da olabilir ve bir leopar kesinlikle antilobu haklamak için oradadır: antilop olarak siz, leopar için lezzetli bir yemeksiniz ve doğal seçilim antilopları yakalama konusunda becerikli leopar ataları desteklemiştir. Bu yüzden antilopların, tavşanların, golyan balıklarının ve diğer hayvanların birçoğunun daima tetikte olmaları gerekir. Dünya tehlikeli avcılarla doludur ve bir çeşit Aksilikler Yasası olduğunu varsayarak yaşamak en güvenlisidir. Hadi bunu Charles Darwin'in diline, yani doğal seçilimin diline çevirelim: bu hayvanlardan, sanki bir Aksilikler Yasası varmış gibi davranan bireylerin hayatta

kalma ve üreme şansı Pollyanna Yasası varmış gibi davranan bireylerden daha fazladır.

Bizim atalarımız da zamanlarının çoğunu aslanlar ve timsahlar, pitonlar ve kılıçdişler gibi ölümcül tehlikelerden kaçarak geçirdiler. Dolayısıyla her insanın şüpheci, hatta bazılarına göre paranoyak bir dünya görüşü benimsemesi, her çalı hışırtısını, her dal çatırtısını muhtemel bir tehdit olarak görmesi ve bir şeylerin kendisini haklamak istediğini, kasten onu öldürmeyi planladığını düşünmesi o kadar da mantıksız değil. Eğer önceden tasarlanmış olduğunu düşünüyorsanız da "planladığını" söylemek doğru bir bakış açısı değil, ama bu fikri doğal seçilimin diline çevirmek kolay: "Orada bir yerde, doğal seçilim tarafından beni öldürmek için plan yapıyormuş gibi davranmak üzere şekillendirilmiş düşmanlar var. Dünya tarafsız değil ve benim başıma geleceklere karşı kayıtsız değil. Dünya bana karşı. Aksilikler Yasası doğru olmayabilir ama doğruymuş gibi davranmak, Pollyanna Yasası doğruymuş gibi davranmaktan daha güvenli."

Belki de bugüne kadar birçok insanın hâlâ, dünya onların kötülüğünü istiyormuş gibi batıl inançlara sahip olmalarının nedeni budur. Bunun çok ileriye gittiği durumdaki kişilere "paranoyak" diyoruz.



Hastalık ve evrim: devam eden bir süreç mi?

Dediğim gibi avcılar bizim kötülüğümüzü isteyen tek unsur değil. Parazitler gibi daha sinsi ve en az avcılar kadar tehlikeli tehditler de var. Tenyalar ve karaciğer kelebeklerinin, bakteriler ve virüslerin de dahil olduğu parazitler bizim bedenlerimiz üzerinden beslenerek yaşarlar. Aslan gibi avcılar da bedenlerimiz üzerinden beslenirler ama bir avcı ile parazit arasındaki fark genellikle belirgindir. Parazitler yaşamaya devam eden kurbanlar üzerinden beslenirler (gerçi sonunda onları öldürebilirler de) ve genellikle kurbanlarından daha küçüklerdir. Avcılar ise kurbanlarından ya daha büyüktür (bir kedinin bir fareden büyük olması gibi) ya da küçüklerse bile çok da küçük değildirler (bir aslanın zebradan küçük olması gibi). Avcılar avlarını doğrudan öldürür ve sonra yerler. Parazitler ise kurbanlarını daha yavaş yerler ve parazit onları içeriden yerken kurban uzun süre hayatta kalabilir.

Parazitler genellikle büyük sayılarla saldırırlar, tıpkı vücudumuzun büyük bir grip ya da soğuk algınlığı enfeksiyonu geçirmesi sırasında olduğu gibi. Çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük parazitler genellikle "mikrop" olarak adlandırılırlar ama bu çok genel bir sözcük. Çıplak gözle görülemeyen parazitler, çok çok küçük olan virüsleri, virüslerden daha büyük ama hâlâ çok küçük olan bakterileri (bakterilerin parazitleri gibi davranan virüsler de vardır) ve bakteriden çok daha büyük ama hâlâ mikroskop olmaksızın görmek için çok küçük olan sıtma paraziti gibi tek hücreli organizmaları içerir. Günlük dilde, bu saydıklarımızdan daha büyük olan bu tek hücreli parazitlerin genel bir ismi yoktur. Bazıları "protozoa" olarak adlandırılabilir ama bu kullanım dışı bir sözcük. Diğer önemli parazitler arasında saçkıran ve atlet ayağı gibi örnekleri içeren mantarlar da vardır (kültür mantarları ya da şapkalı mantarlar gibi büyük olanlar çoğu mantarın neye benzediği konusunda yanlış bir izlenim veriyor).

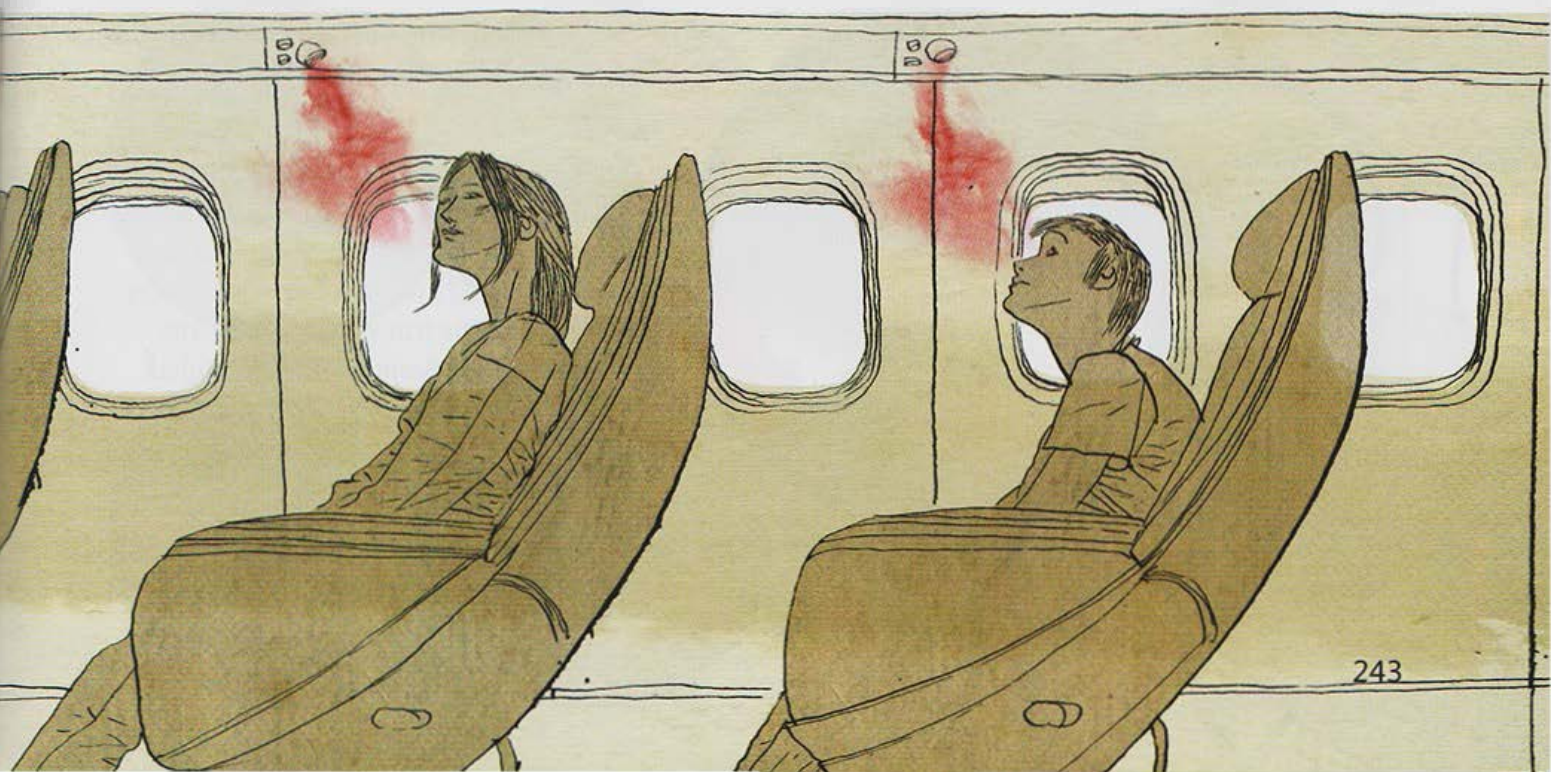
Tüberküloz, kimi zatürree tipleri, boğmaca, kolera, difteri, cüzzam, kızıl, çiban ve tifüs gibi hastalıklar, bakteriyel hastalıklara örnektir. Kızamık, suçiçeği, kabakulak, çiçek hastalığı, uçuk, kuduz, çocuk felci, kızamıkçık, gribin çeşitli tipleri ve soğuk algınlığı dediğimiz sınıftaki hastalıklar ise virüslerin sebep olduğu hastalıklara örnektir. Sıtma, amipli dizanteri ve uyku hastalığı ise "protozoaların" neden olduğu hastalıklardır. Diğer önemli parazitlerse daha büyük, hatta çıplak gözle görülebilecek kadar büyük olan, yassı kurt, kancalı kurt ve karaciğer kelebekleri gibi çeşitli kurtçuklardır. Çocukken çiftlikte yaşadığım



zamanlarda, sıklıkla sansar ya da köstebek gibi ölü hayvanlar bulurdum. Okulda biyoloji öğreniyordum ve bu küçük cesetleri bulduğum zaman içlerini açıp inceleyecek kadar ilgiliydim. Beni etkileyen ilk şey ne kadar da çok yaşayan ve oynaşan kurtçuklarla (kancalı kurtlarla yani teknik isimleriyle nematodlarla) dolu olduklarıydı. Aynısı okulda incelediğimiz evcil sıçanlar ve tavşanlar için asla geçerli değildi.

Vücudun parazitlere karşı, bağışıklık sistemi denen çok becerikli ve genellikle etkili bir doğal savunma mekanizması vardır. Bağışıklık sistemi o kadar karmaşıktır ki onu anlatmak için başlı başına bir kitap lazım. Kısaca, tehlikeli bir parazitin varlığını algıladığında vücut özel hücreler üretmek üzere harekete geçer. Bu hücreler söz konusu parazite saldırmak için tıpkı savaşa gitmeye çağırılmış askerler gibi kan yoluyla taşınırlar. Genellikle bağışıklık sistemi kazanır ve kişi iyileşir. Bundan sonra, bağışıklık sistemi bu belirli savaş için geliştirdiği moleküler gereçleri "hatırlar" ve aynı parazit tarafından başlatılan sonraki herhangi bir enfeksiyonda, parazit o kadar hızlı mağlup edilir ki biz farkına bile varmayız. İşte bu yüzden kızamık, kabakulak ya da suçiçeği geçirdiğinizde, bu hastalıkları bir daha geçirmeniz pek olası değildir. Kabakulak hastalığını çocukken geçirmek, büyüyüp yetişkin olunca geçirmeyi önler çünkü bağışıklık sisteminin artık hastalığa karşı "hafızası" vardır. Kabakulak, yetişkinler için çocuklar için olduğundan daha zorlu geçer (özellikle erkekler için, çünkü bu virüs testislere saldırır) ve bu yüzden insanlar çocukların kabakulak geçirmesinin iyi bir fikir olduğunu düşünürlerdi. Aşı ise benzer bir amacı bilinçli olarak yapmak için geliştirilmiş zekice bir tekniktir. Hastalığın kendisini bulaştırmak yerine, doktor size hastalık yapıcı etkenin zayıflatılmış bir türünü verir ya da ölü mikroplardan oluşan bir iğne yapar. Böylece hastalığın kendisini vermeden bağışıklık sisteminizi uyarır. Zayıflatılmış tür, hastalık yapıcı etkenin gerçeğinden çok daha az zararlıdır: aslında, genelde hiçbir etki hissetmezsiniz bile. Ama bağışıklık sisteminiz ölü mikropları ya da hastalığın hafif türünü "hatırlar" ve böylece, eğer gelecek olursa, gerçek hastalıkla savaşmak için önceden silahlarını kuşanmış olur.

Bağışıklık sisteminin neyin "yabancı", dolayısıyla savaşılması gereken ("şüpheli" bir parazit) olduğuna, neyin vücudun bir parçası olarak kabul edileceğine "karar vermek" gibi zorlu bir görevi vardır. Bu özellikle bazı durumlarda karmaşık bir iş olabilir, örneğin hamile kadınlarda olduğu gibi. Kadının içindeki bebek "yabancıdır" (bebekler, genlerinin yarısı babalarından geldiği için annelerinin genetik olarak kopyası değildir). Ama bağışıklık sisteminin bebeğe karşı savaşmaması önemlidir. Bu, memelilerin ataları evrilirken çözülmesi gereken önemli problemlerden biriydi. Görünüşe bakılırsa çözülmüş olmalı ki, be-



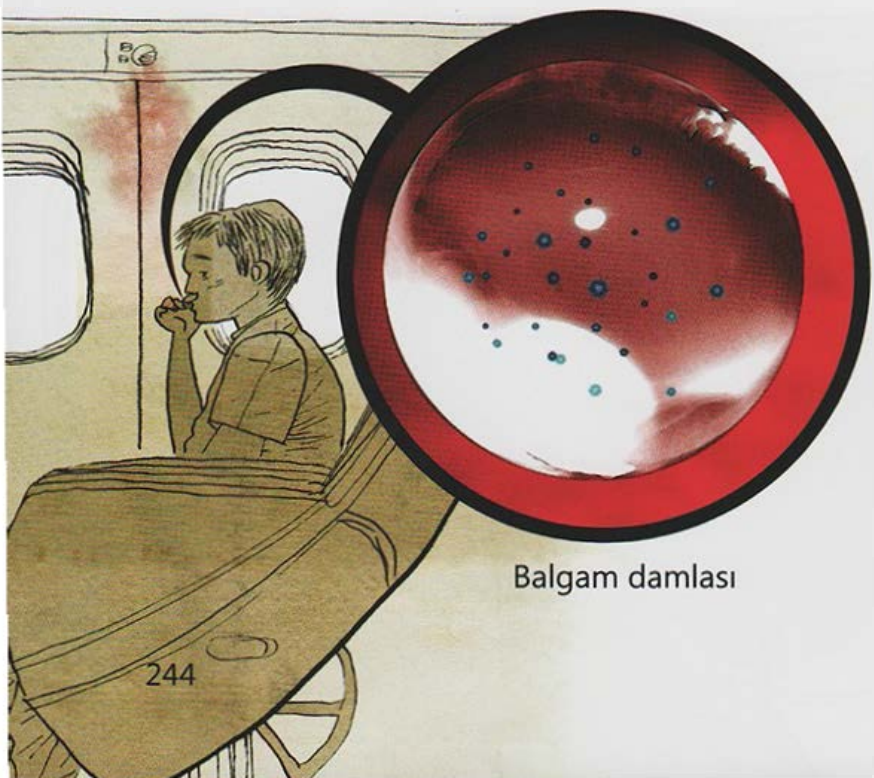
bekler doğuma kadar ana rahminde hayatta kalmayı başarıyorlar. Ancak birçok düşük vakası da olmuyor değil ve belki de bu, evrimin bu sorunu çözerken zorluk yaşadığını ve çözümün henüz tamamlanmadığını gösteriyor. Bugün bile birçok bebek hayattaysa bunu doktorlarımıza borçluyuz, örneğin bazı aşırı bağışıklık sistemi tepkilerinde bebeklerin doğar doğmaz vücutlarındaki kanın tamamının değiştirilmesi gerekebiliyor.

Bağışıklık sisteminin yanlış anladığı bir diğer durumsa, sözde bir "saldırgana" karşı şiddetle savaşmasıdır. Alerji budur: bağışıklık sistemi zararsız şeylerle, gereksiz yere, savurganca ve hatta kişinin kendisine zarar verir derecede savaşır. Örneğin, havadaki polenler normalde zararsızdır ancak bazı insanların bağışıklık sistemleri onlara karşı aşırı tepki verir. Bu "saman nezlesi" dediğimiz, hapşırdığınız, gözlerinizin sulandığı rahatsızlık verici alerjik bir reaksiyondur. Bazı insanlar ise kedilere ya da köpeklere alerjiktir, onların bağışıklık sistemleri de bu hayvanların tüylerindeki zararsız moleküllere aşırı tepki verir. Alerjiler bazen çok tehlikeli olabilir. Bazı insanlar yerfıstığına o kadar alerjiktir ki bir tanesini yemek dahi onları öldürebilir.

Bazen aşırı tepki veren bağışıklık sistemi o kadar ileri gider ki kişinin kendisine alerjik reaksiyon başlatır! Bu özbağışıklık denilen hastalıklara neden olur. Apolepsi (bu hastalıkta saçlarınız öbekler halinde dökülür çünkü beden kendi saç köklerine saldırır) ve sedef hastalığı (aşırı tepkili bağışıklık sistemi ciltte pembe döküntülü pullar oluşturur) özbağışıklık hastalıklarına örnektir.

Bağışıklık sisteminin zaman zaman aşırı tepki vermesi şaşırtıcı değil çünkü saldırmanız gereken bir şeye saldırınamanız ve saldırınamanız gereken şeye saldırınanız arasında ince bir çizgi vardır. Tıpkı uzun çalılardaki hışırtıdan kaçınakla kaçmamak arasında karar vermesi gereken antilop örneğinde karşılaştığımız gibi. Bir leopar mı? Yoksa sadece çalıları hareket ettiren zararsız bir esinti mi? Tehlikeli bir bakteri mi yoksa zararsız bir polen tanesi mi? Merak etmeden duramıyorum, acaba alerjiler ya da özbağışıklık hastalıklarıyla bedel ödeyen aşırı aktif bağışıklık sistemine sahip insanlar belli bazı virüslerden ya da diğer parazitlerden daha mı az etkileniyorlar?

Bu tip "denge" problemleri oldukça yaygındır. Her çalı hışırtısını tehlike olarak görüp hep kaçarak "riskten çok kaçınmak" da, zararsız bir yerfıstığına veya kendi dokularına yüklü miktarda bağışıklık cevabı vermek de mümkün. Aynı zamanda, tehlike gerçek olduğunda cevap vermekte başarısız olacak kadar umursamaz olmak veya gerçekten



Bağışıklık sistemi bir grip virüsü tarafından gerçekleştirilen saldırıyla nasıl cevap verir(sağda)

Üstteki sıra başarılı bir saldırıyı gösteriyor. Virüs hücreye yaklaşır (1). Virüsün anahtarı hücrenin kilidiyle (hücre yüzeyi almacıyla) eşleşir (2) ve böylece virüsün hücre içine girmesine izin verilir (3) ve virüs burada çoğalır. Sonunda sayıları binleri bulan virüs, hasta hücreyi patlatır (4).

Alttaki sıra bağışıklık sisteminin saldırıya karşı koyuşunu gösteriyor. Bağışıklık sisteminin antikorları virüse yaklaşır (1) ve kendilerini ona bağlarlar (2). Artık virüs hücre kilidine uymamaktadır (3) ve böylece virüs hücreye giremez.

çok tehlikeli bir parazitle karşılaşıldığında gerekli bağışıklık cevabını üretmemek de mümkün. Dengeyi tutturmak zor ve terazinin iki kolundan birinin ağır gelmesinin de cezası var.

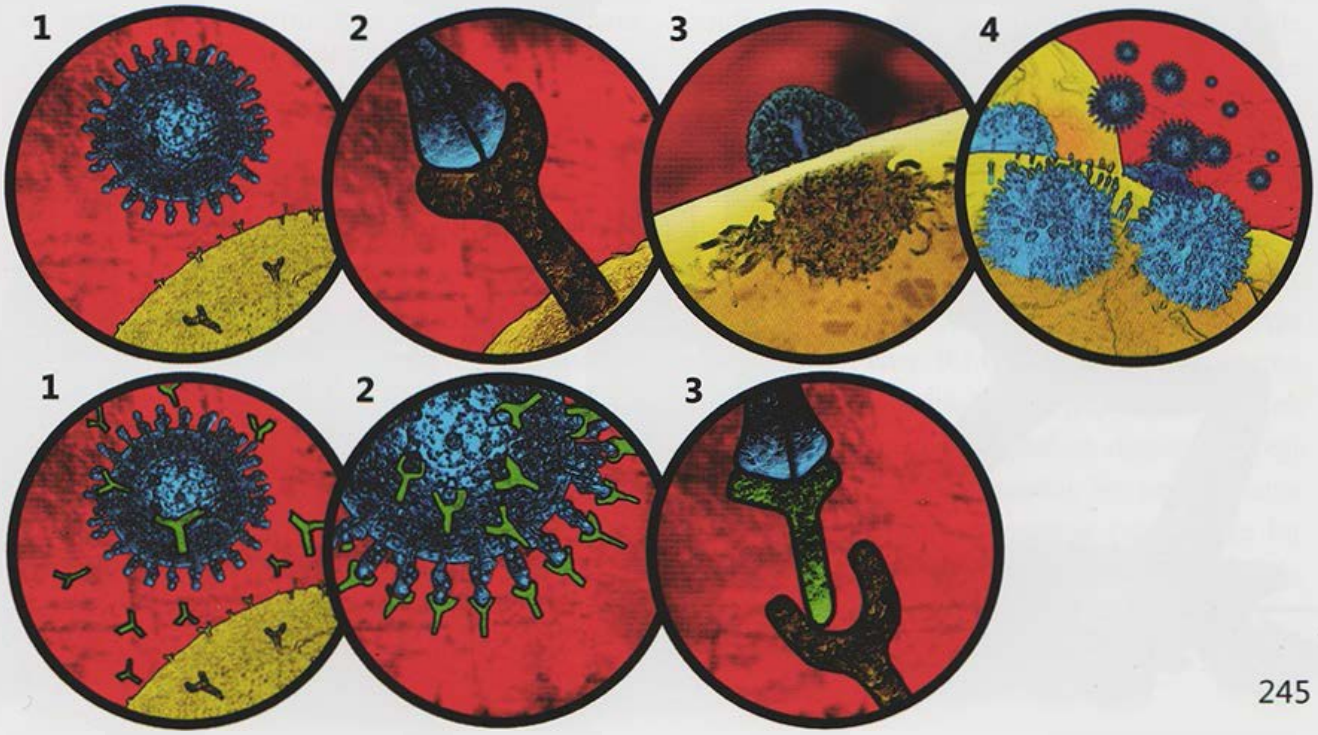
Kanser, gerçekleşen kötü şeylerin özel bir durumudur: ilginç ama çok önemli bir tanesidir. Kanser, vücutta yerine getirmeleri beklenen görevi yapmayan ve parazitleşen, kendi vücudumuza ait hücreler grubudur. Kanser hücreleri genelde bir araya gelerek "tümör" denilen, kontrolsüz büyüyen ve vücudun diğer kısımlarıyla beslenen yapıları oluştururlar. En kötü kanserler vücudun diğer kısımlarına da yayılır (buna metastaz denir) ve sonunda kişiyi öldürür. Bunu yapan tümörlere kötü huylu tümör denir.

Kanserlerin bu kadar tehlikeli olmalarının sebebi, kanser hücrelerinin doğrudan bizim kendi hücrelerimizden türemeleri. Bunlar, kendi hücrelerimizin hafifçe değişmiş türleridir. Dolayısıyla bu, bağışıklık sistemimizin onları yabancı olarak tanımakta zorlanacağı anlamına gelir. Bu aynı zamanda kanseri öldürecek bir tedavinin zor olacağı anlamına da gelir çünkü aklınıza gelebilecek herhangi bir tedavinin (bir zehir gibi) kendi diğer sağlıklı hücrelerimizi öldürmesi de olasıdır. Bir bakteriyi öldürmek çok daha kolaydır çünkü bakteri hücreleri bizim hücrelerimizden farklıdır. Bakteri hücrelerini öldürüp kendi hücrelerimizi öldürmeyen zehirlere antibiyotik denir. Kemoterapi kanser hücrelerini zehirler ancak geri kalan hücrelerimizi de zehirler çünkü hücrelerimiz birbirine çok benzer. Eğer zehiri çok verirseniz kanseri yok edebilirsiniz ama önce zavallı hastayı öldürürsünüz.

Gerçek düşmanlara (kanser hücrelerine) saldırmakla arkadaşlarımıza (kendi hücrelerimize) saldırmak arasındaki denge problemine, yani uzun çalılar arasındaki leopar problemine tekrar geri döndük.

Bu bölümü bir tahmin ile bitirmeme izin verin. Özbağışıklık hastalıklarının, birçok atasal nesil boyunca kansere karşı verilen evrimsel bir savaşın yan ürünü olmaları mümkün olabilir mi? Bağışıklık sistemi, kötü huylu tümörler olma şansı bulmadan evvel onları baskılayarak kanser öncesi hücrelere karşı savaşı kazanmış olabilir. Benim tahminim, kanser hücrelerine karşı bu sürekli dikkatli olma durumu sonucu bağışıklık sisteminin zaman zaman ileri gidip zararsız dokulara yani vücudun kendi hücrelerine saldırarak bizim özbağışıklık dediğimiz hastalıklara neden olduğu. Özbağışıklık hastalıklarının, evrimin kansere karşı geliştirmekte olduğu etkili bir silahın kanıtları olduğu söylenebilir mi?

Siz ne düşünüyorsunuz?




12



Bu kitabın ilk bölümünde büyüden bahsetmiş, doğaüstü büyü (bir kurbağayı prense dönüştürecek büyülü sözcükler söylemek ya da içinden cin çıksın diye bir lambayı ovalamak gibi şeyler) ile sahne numaralarını (ipek mendilleri tavşana dönüştürmek ya da bir kadını testereyle ikiye kesmek gibi ilüzyonları) birbirinden ayırmıştım. Bugün kimse peri masalllarına inanmıyor. Herkes balkabaklarının sadece *Külkedisi* masalında at arabalarına dönüşebileceğini biliyor. Ve hepimiz biliyoruz ki tavşanların boş görünen şapkalardan çıkması sadece kandırmacadır. Ancak hâlâ ciddiye alınan kimi doğaüstü masallar var ve bunların konu aldıkları "olaylar" sıklıkla mucize olarak adlandırılırlar. Bu bölüm mucizelerle ilgili, kimsenin inanmadığı peri masalı büyülerinin ve gerçek büyü gibi gözükse de kandırmaca olduğunu bilinen sahne numaralarının aksine birçok insanın inandığı doğaüstü olaylarla ilgili.

Bunların kimisi hayalet hikayeleri, kimisi korkutucu şehir efsaneleri, kimisi de "yıllardır aklıma gelmeyen bir ünlüyü rüyamda gördüm ve hemen ertesi sabah o gece ölmüş olduğunu öğrendim" gibi esrarengiz tesadüf öyküleri. Bir de dünyanın dört bir yanındaki yüzlerce dinden gelen birçok hikaye vardır ve özellikle bunlar sıklıkla mucize olarak adlandırılanlardır. İşte size bir örnek, İsa adındaki gezgin bir Yahudi vaizin katıldığı bir düğünde şarap tükenir. İsa biraz su getirmelerini söyler ve mucizevi güçlerini suyu şaraba çevirmek için kullanır, hem de çok iyi bir şaraba diye hikaye devam eder. Bir balkabağının at arabasına dönüşebileceği fikrine gülüp geçecek olan, ipek mendillerin gerçekten tavşanlara dönüşmeyeceğini son derece iyi bilen insanlar, bir peygamberin suyu şaraba dönüştürebileceğine (veya başka bir dinin inananlarının inancına göre, kanatlı bir atla cennete uçtuğuna) memnuniyetle inanırlar.

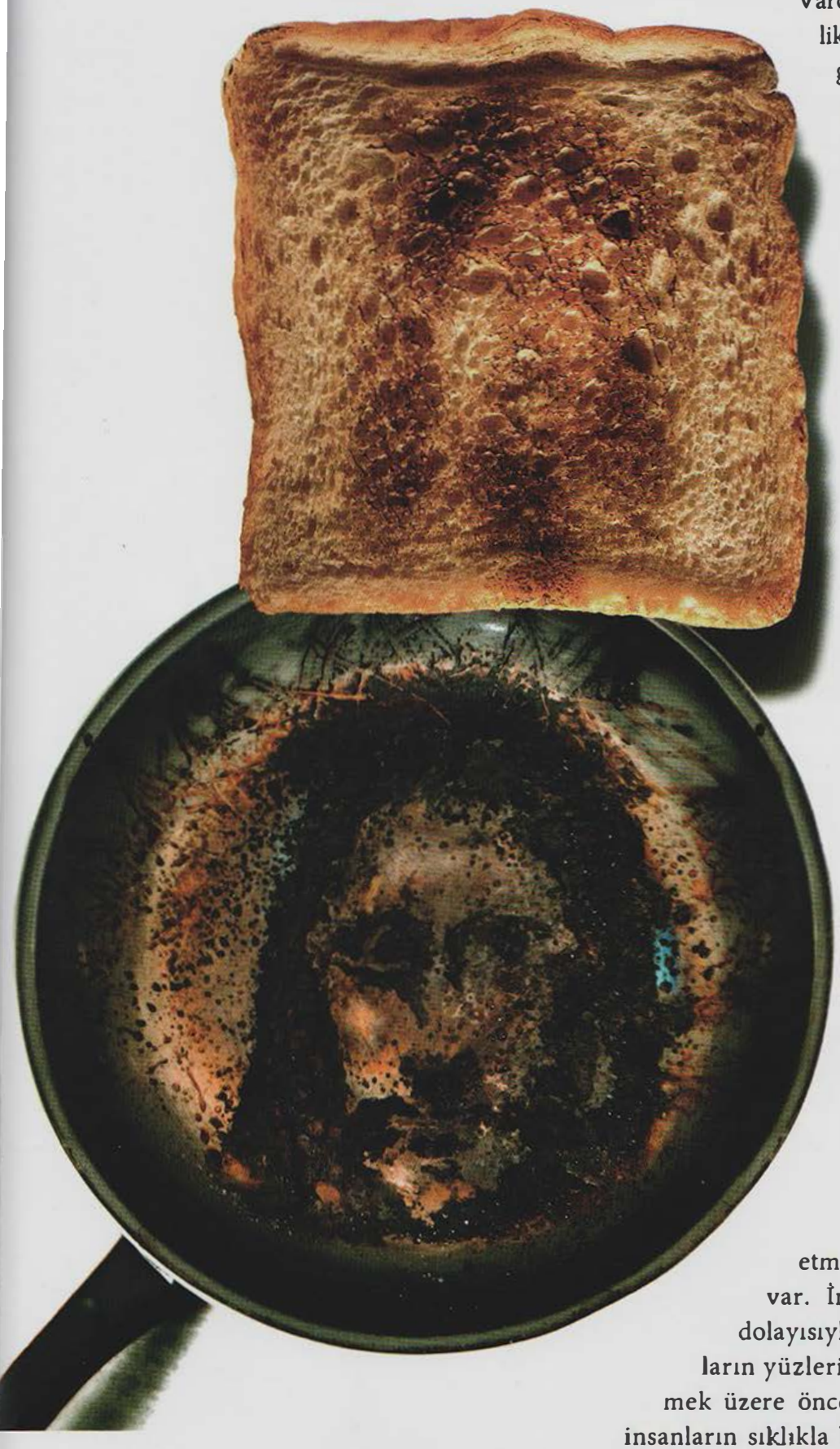


Söylenti, tesadüf ve çığ gibi büyüyen hikayeler

Genellikle bir mucize hikayesi duyduğumuzda bunu bir görgü tanığından değil, birinin karısının arkadaşının kuzeninden duyan birinden duyan bir başkasından dinleriz ve yeterince insandan insana aktarılmış olan her hikaye çarpıtılır. Hikayenin ana kaynağının kendisi de genellikle çok uzun zaman önce başlamış bir söylentidir ve ağızdan ağıza anlatıla anlatıla o kadar bozulmuştur ki (eğer varsa) söylentiyi başlatan gerçek olayın ne olduğunu tahmin etmek neredeyse imkansız bir hal alır.

Kahraman ya da cani olsun, ünlü herhangi birinin ölümünden sonra neredeyse her seferinde birilerinin onları canlı gördüğüne dair hikayeler tüm dünyayı dolaşır. Bu Elvis Presley için de geçerliydi, Marilyn Monroe için de ve hatta Adolf Hitler için bile geçerliydi. İnsanların böyle söylentileri aktarmaktan neden bu kadar keyif aldığını bilmek zor ama bir keyif aldıkları gerçek ve söylentilerin yayılmasının başlıca nedenlerinden biri de bu.

İşte size böylesi bir söylentinin nasıl başladığına dair güncel bir örnek. Popüler şarkıcı Michael Jackson'ın 2009 yılındaki vefatının ardından, bir Amerikan televizyon ekibi, şarkıcının



Varolmayan Ülke adı verilen malikanesinde rehber eşliğinde bir gezi gerçekleştirdiler. Ortaya çıkan filmin bir sahnesinde insanlar uzun bir koridorun ucunda şarkıcının hayaletini gördüklerini düşünüyorlar. Ben kayıtlara baktım ve hiç de ikna edici olmadığını gördüm ancak bu, dört bir yana yayılan kontrolden çıkmış söylentileri başlatmak için yeterliydi. Michael Jackson'ın hayaleti artık aramızdaydı! Taklit sahnelerin ortaya çıkması de gecikmedi. Örneğin karşı sayfadaki fotoğraf, bir adamın arabasının cilalı yüzeyinden çektiği bir fotoğraf. Emimin siz de, özellikle "yüzü" iki yandaki bulutlarla karşılaştırdığınızda, baktığınız şeyin bir bulutun yansıması olduğunu açıkça görüyorsunuz. Ancak Michael Jackson'ın fanatik bir hayranının heyecanlı hayal gücü için bu görüntü ancak Jackson'ın hayaleti olabilir ve bu resim YouTube'da 15 milyon kez izlendi!

Aslında burada sözünü etmeye değer ilginç bir nokta var. İnsanlar sosyal hayvanlardır, dolayısıyla insan beyni diğer insanların yüzlerini, orada olmasalar bile görmek üzere önceden programlanmıştır. İşte insanların sıklıkla bulutlar tarafından oluştu-

lan desenlerde ya da kızarmış ekmek dilimlerinde ya da duvardaki rutubet lekelerinde yüzler görmelerinin nedeni budur.

Tüyler ürpertici hayalet hikayeleri anlatmak eğlencelidir, özellikle eğer gerçekten korkutucuysalar, hatta gerçek oldukları iddia edilince daha da eğlenceli olur bu öyküleri anlatması. Sekiz yaşımdayken, ailemle eğri büğrü siyah kirişleri olan yaklaşık 400 yıllık, eski bir evde kısa bir süre oturmuştuk. Tabi evle ilgili uzun süre önce ölmüş bir rahibin evin gizli bir bölmesinde gömülü olduğuna dair bir efsane olması hiç de şaşırtıcı değildi. Hikayeye göre ayak seslerini merdivenlerde duyabilirmişsiniz ama korkunç gerçek şu ki on altıncı yüzyıldayken evin merdiveninde fazladan bir basamak olduğu için güya olması gerekenden bir adım fazla duyarmışsınız! Okul arkadaşlarıma bu hikayeyi aktarırken ne kadar keyif aldığımı hatırlıyorum. Hikayenin kanıtlarının ne kadar iyi olduğunu sorgulamak hiç aklıma gelmemişti. Evin eski olması ve arkadaşlarımın etkilenmesi yeterliydi.

İnsanlar hayalet hikayeleri anlatmaktan büyük heyecan duyarlar. Aynısı mucize hikayeleri için de geçerli. Eğer bir mucize söylentisi bir kitaba yazılırsa, o söylentinin doğruluğunu tartışmak zorlaşır, hele bir de kitap çok eskiyse. Eğer



bir söylenti yeterince eskiyse, "gelenek" olarak adlandırılmaya başlanır ve insanlar ona daha da çok inanmaya başlar. Bu biraz garip, çünkü insanların bir hikaye ne kadar eskiyse, sözde olayın gerçeklerden saptırılması için o kadar çok zaman geçmiş olduğunu farkedeceklerini düşünebilirsiniz. Elvis Presley ve Michael Jackson bir geleneğin ortaya çıkması için fazla yakın bir zamanda yaşamışlardır, dolayısıyla "Elvis Mars'ın yüzeyinde görüldü" gibi hikayelere fazla insan inanmaz. Ama belki 2000 yıl sonra, kim bilir?

Peki ya şu yıllardır görmedikleri ya da düşünmedikleri bir insan hakkında rüya gören ve uyandıklarında paspasın üzerinde o kişiden bir mektup bulan, ya da o kişinin o gece öldüğünü birisinden öğrenen veya gazetede okuyan insanların anlattıkları garip hikayeler? Sizin de böyle bir tecrübeniz olmuş olabilir. Böylesi tesadüfleri nasıl açıklıyoruz?

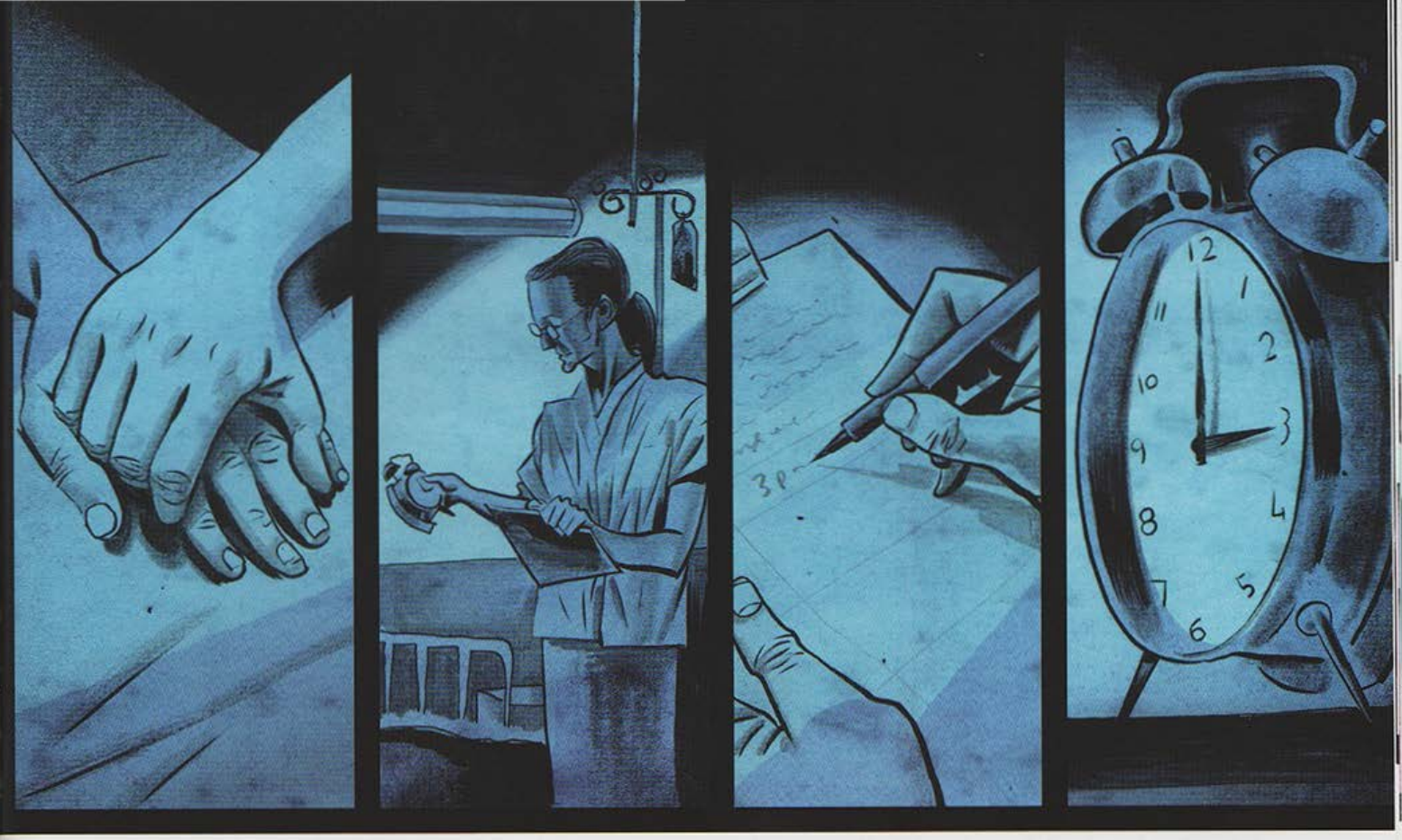
Şöyle ki en olası açıklama bunların sadece tesadüften ibaret olduğu, daha fazlası değil. Asıl nokta bizlerin, sadece tuhaf tesadüfler olduğunda onu hikayeleştirip, tuhaf olmadıklarında hikayeleştirmememiz. Kimse şöyle demez: "Dün gece yıllardır düşünmediğim enistemi rüyamda gördüm ve uyandığımda duydum ki *gece ölmemiş!*"

Bir tesadüf ne kadar acayipse yayılması o kadar muhtemeldir. Bazen bu olay insana o kadar etkileyici görünür ki kişi, gazeteye mektupla haber verme ihtiyacı hisseder. Belki de bir zamanlar meşhur ama uzun zamandır unutulmuş olan bir aktrisi rüyasında ilk kez görmüştür, uyanır ve aktrisin o gece ölmüş olduğunu öğrenir. Rüyada bir "elveda ziyareti". Ne kadar acayip! Ama bir anlığına, aslında ne olmuş olabileceğini düşünün. Bir tesadüfe gazetede yer verilmesi şöyle gerçekleşmiş olabilir: olay milyonlarca okuyucudan sadece biri tarafından yaşanır ve bu okuyucu gazeteyi haberdar eder. Sadece Britanya'yı ele alacak olursak, her gün yaklaşık 2000 insan ölmektedir ve her gece yüz milyonlarca rüya görülüyor olmalı. Olaya böyle yaklaşınca, zaman zaman birinin uyanıp rüyalarında gördükleri insanın o gece öldüğünü öğrenmeleri beklenmeyecek bir şey değil. Gazetelere hikayelerini gönderecek olanlar sadece bu tip insanlar olacaktır.



Diğer bir konu da hikayelerin kişiden kişiye aktarılırken büyütülmesi. İnsanlar iyi hikayeleri o kadar çok severler ki, onu biraz daha iyileştirmek için anlatırken ilk duyduklarına biraz da kendileri renk katarlar. Başkalarının tüylerini diken diken etmek o kadar keyiflidir ki hikayeyi abartırız, çok değil birazcık yani onu biraz daha renklendirmek için. Sonra diğer kişi de hikayeyi kendisi aktarırken birazcık daha abartır ve bu böyle gider. Örneğin uyandığınızda ünlü birinin o gece ölmüş olduğunu öğrenirseniz tam olarak ne zaman öldüğünü bulmak için soruşturma yapabilirsiniz. Cevap "ah, *yaklaşık olarak* sabaha karşı 3 suları olmalı" şeklinde olabilir. Böylece onu rüyanızda gayet de sabaha karşı 3 *civarı* görmüş olabileceğiniz çıkarımını yapabilirsiniz. Ve siz daha ne olduğunu anlamadan, ağızdan ağıza dolaşırken "yaklaşık olarak" ve "civarı" sözcükleri hikayeden çıkarılır ve hikaye şu hale gelir: "Kadın *tam* saat 3'te ölmüş ve kuzenimin arkadaşının karısının torunu da kadını tam olarak o saatte rüyasında görmüş."

Bazen gerçekten de garip tesadüflerin açıklamalarını tam olarak belirleyebiliriz. Amerikalı büyük bilimci Richard Feynman'ın karısı trajik bir şekilde kansere yenik düşmüştü. Karısının odasındaki saat tam da o öldüğü anda durmuş. Tüyleriniz diken diken oldu mu! Ancak Dr. Feynman için boşuna büyük bir bilimci demiyoruz. Durumun mantıklı açıklamasını yine kendisi ortaya çıkardı. Saat kusurluydu, yerinden kaldırılıp eğildiğinde durabiliyordu. Bayan Feynman öldüğünde resmi ölüm sertifikası için hemşirenin saati kaydetmesi gerekmişti. Hastanın odası hafif karanlık olduğu için hemşire saati pencerenin yanına götürüp okumak için eğmişti. Ve işte saat o an durmuştu. Bir mucizeyle alakası yok, sadece kusurlu bir mekanizma.



Böyle bir açıklama olmasaydı bile, yani saatin yayı sahiden de tam Bayan Feynman'ın öldüğü anda durmuş olsaydı bile, o kadar etkilenmememiz gerekirdi. Amerika'da her günün ve gecenin her dakikasında pek çok saatin durduğuna şüphe yok. Ve her gün pek çok insan da ölüyor. Daha önce de değindiğim noktayı tekrar etmek gerekirse "Saatim tam olarak 5'e 10 kala durdu ve (inanabiliyor musun?) *hiç kimse ölmedi*" diye "haber" yaymaya zahmet etmeyiz.

Büyüyle ilgili bölümde bahsettiğim şarlatanlardan biri, saatleri "düşünce gücüyle" yeniden çalıştırabileceğini iddia ediyordu. Kalabalık televizyon izleyici kitlesine, onlar gidip evlerindeki herhangi bir eski bozulmuş saati alıp ellerinde tutarlarken, kendisi düşünce gücüyle saatleri uzaktan çalıştıracağı garantisini veriyordu. Neredeyse anında stüdyodaki telefon çalıyordu ve telefonun ucundaki heyecanlı ses heyecan içinde saatinin çalışmaya başladığını bildiriyordu.

Bunun açıklamasının bir kısmı Bayan Feynman'ın saatindeki durumun bir benzeri olabilir. Modern dijital saatler için bu daha az geçerli olacaktır ama saatlerin yayları olduğu zamanlar, durmuş bir saati sadece elinize almak bile, ani hareketin saatin zembereğini dengeleyen çarkı hareket ettirmesinden dolayı, çalışmaya başlamasını sağlayabilir. Bu, eğer saat biraz ısınırsa daha kolay olur ve kişinin avcunun ısısı bunun için yeterli olabilir. Bu çok sık olmaz ama ülke çapında sizi izleyen ve durmuş saatlerini ellerine alan ve belki de sallayan ve sıcak avuçlarında tutan 10.000 kişi olunca o kadar sık olmasına da gerek yok. Sahibinin heyecanla telefon edip tüm televizyon izleyicilerini etkilemesi için 10.000 saatten sadece bir tanesinin çalışmaya başlaması yeterli. Çalışmaya başlamayan diğer 9999 saatten hiç haberimiz olmaz.



Mucizeler hakkında düşünmenin iyi bir yolu

On sekizinci yüzyılda ünlü bir İskoç düşünürolan David Hume, mucizelerle ilgili akıllıca bir tespitte bulunmuştu. Hume, mucizeleri doğa yasalarının bir "ihlali" (ya da çiğnenmesi) olarak tanımlamakla işe başladı. Suyunüzerindeyürümekya da suyu şaraba dönüştürmek ya da saatleri sadece düşünce gücüyle durdurmak veya başlatmak ya da kurbağaları prenslere dönüştürmek doğa yasalarını ihlal etmeye dair güzel örneklerdir. Büyü üzerine olan bölümde bahsettiğim nedenlerden ötürü böylesi mucizeler bilim için çok rahatsız edici olurdu. Tabi eğer gerçekten *gerçekleşselerdi*! Öyleyse bu mucize hikayelerine nasıl yaklaşmalıyız? Hume'un sorduğu soru da buydu ve bahsettiğim akllıca tespit verdiği cevaptadır.

Eğer Hume'un kendi ağzından duymak istiyorsanız işte şöyle demişti:

> *Hiçbir şahitlik bir mucizenin doğruluğunu ortaya koymak için yeterli değildir; tabii bu şahitliğin sahte olması, doğruluğunu kanıtlamaya çabaladığı gerçekten daha mucizevi olmadığı sürece.*

Hume'un tespitini bir başka şekilde ifade etmeme izin verin. Eğer Can size bir mucize hikayesi anlatacak olursa, buna ancak ve ancak Can'ın size yalan söylemesinin (ya da hata yapmasının) anlattığı şeyden daha mucizevi olduğunu düşünüyorsanız inanın. Örneğin diyebilirsiniz ki "Can'a hayatın pahasına *güveniyorum*, o asla yalan söylemez, Can'ın yalan söylemesi bir *mucize* olurdu." Çok iyi çok güzel ancak Hume şöyle bir şey derdi: "Can'ın yalan söylemesi ne kadar olasılık dışı olursa olsun, Can'ın yalan söylemesi, gördüğünü iddia ettiği mucizenin gerçek olmasından gerçekten daha mı olasılıksız?" Can'ın bir ineğin ayın üzerinden zıpladığını gördüğünü iddia ettiğini düşünün. Can normalde ne kadar güvenilir ve dürüst olsa da, yalan söylediği fikri (ya da halüsinasyon gördüğü fikri) bir ineğin sahiden ayın üzerinden sıçramasından *daha az* mucizevi olacaktır. Dolayısıyla Can'ın yalan söylediği (ya da yanıldığı) açıklamasını tercih etmelisiniz.





Bu çok uç ve hayali bir örnekti. Hadi şimdi Hume'un fikrinin pratikte nasıl işleyeceğini görmek için gerçekten olmuş bir şeyi ele alalım. 1917'de iki genç İngiliz kuzen Frances Griffiths ve Elsie Wright perilerin fotoğraflarını çektiklerini söylediler. Yukarıda fotoğraflardan birinde Elsie'yi "perileriyle" birlikte poz verirken görüyorsunuz.

Fotoğrafın açıkça sahte olduğunu düşünebilirsiniz ancak o zamanlar fotoğrafçılık henüz daha çok yeniyken, kandırılması neredeyse imkansız meşhur dedektif Sherlock Holmes'un büyük yazarı Sör Arthur Conan Doyle bile bu fotoğraflara aldanmıştı ve daha birçok insan da öyle. Yıllar sonra Frances ve Elsie yaşlı birer kadın olduklarında ortaya çıkıp, "perilerin" kartondan başka bir şey olmadığını kabul ettiler. Ama hadi gelin Hume gibi düşünelim ve Conan Doyle ile diğerlerinin bu kandırmacaya neden inanmamaları gerektiğini görelim. Aşağıdaki şu iki olasılık gerçek olacak olsa hangisinin daha mucizevi olacağını düşünürdünüz?

1 Resimdekiler gerçekten çiçeklerin arasında uçuşan kanatlı küçük insanlar yani perilerdir.

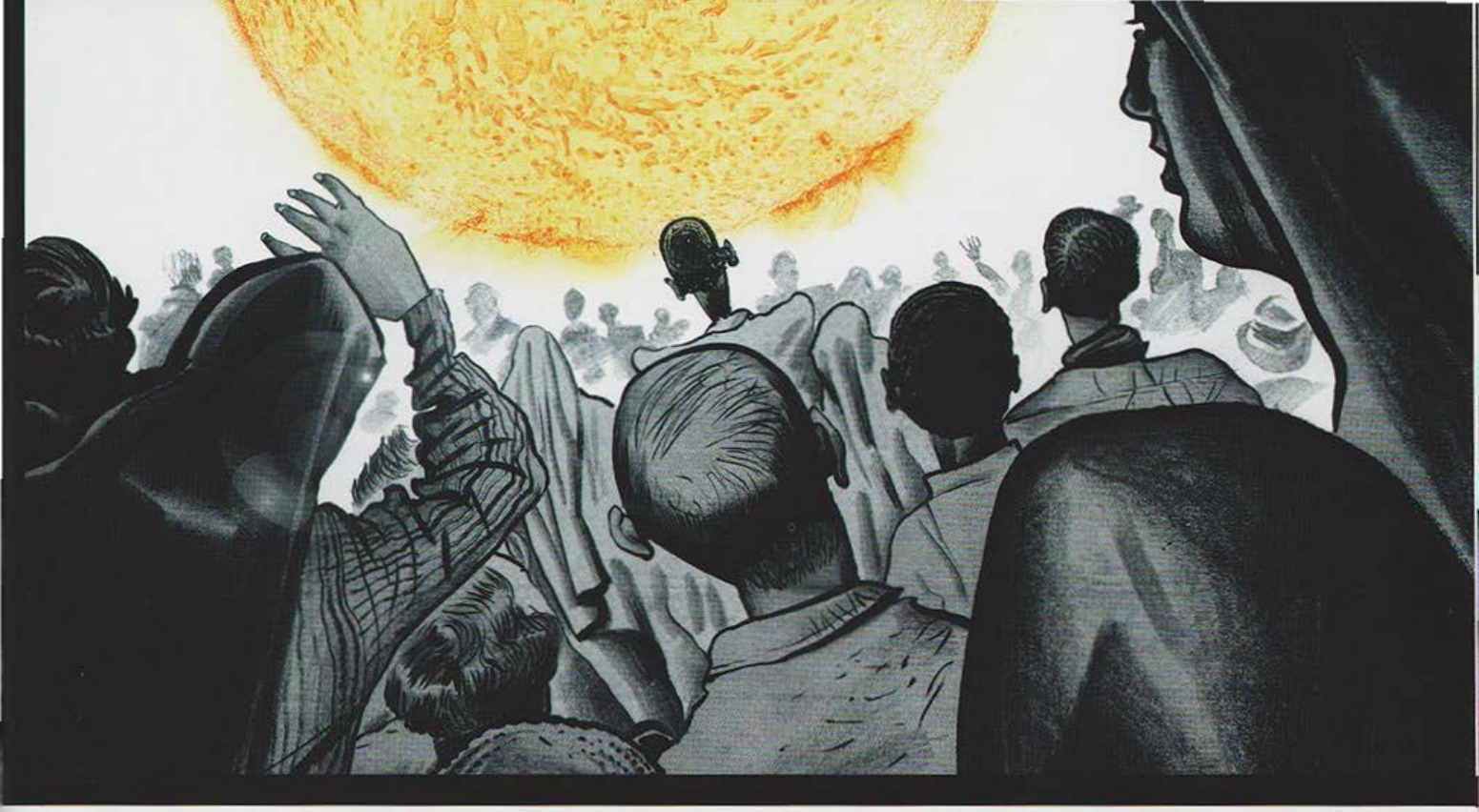
2 Elsie ve Frances bunları uydurmuş ve sahte fotoğraflar çekmişlerdir.

Bu aslında bir yarışma bile değil, değil mi? Çocuklar her zaman hayal ürünü şeyler gerçekmiş gibi yaparlar ve bunu yapmak kolaydır. Ama eğer zor olsaydı bile, Elsie ve Frances'i çok iyi tanısanız ve ikisinin de her zaman çok güvenilir ve muziplik etmeyi asla düşünmeyecek kızlar olduklarını bilseniz dahi; hatta kızlara doğruyu söyleten bir ilaç verilse ve yalan makinasının testinden çok başarılı bir şekilde geçseler; tüm bunlar birleşip onların yalan söylemesini başlı başına bir mucize haline getirse bile Hume ne derdi? Hume'a göre onların yalan söylüyor oluşu "mucizesi", fotoğrafını çektiklerini iddia ettikleri perilerin gerçekten var olması mucizesinden hâlâ *daha küçük* bir mucize olurdu.



Elsie ve Frances muziplikleriyle kimseye ciddi bir zarar vermediler ve aslında büyük Conan Doyle'u kandırmayı başardıkları için bu daha çok komik bir hikaye. Ancak genç insanların yaptıkları bu tarz hileler bazen, en hafif ifadeyle, hiç de gülünecek şeyler olmayabiliyor. On yedinci yüzyılda New England'ın Salem kasabasında bir grup genç kız, "cadılara" saplantılı bir ilgi duymaya başladılar ve maalesef içinde bulundukları topluluğun ileri derecede batıl inançlı yetişkinlerinin inandığı bir sürü şey uydurmaya ve hayal etmeye başladılar. Birçok yaşlı kadın ve bazı adamlar, şeytanla işbirliği içindeki cadılar olmakla suçlandılar. Kendilerinin, havada uçtuklarını ya da artık cadıların başka her ne gariplikler yaptıklarına inanılıyorsa onları yaptıklarını gördüğünü iddia eden kızlara büyü yapmakla da suçlandılar. Sonuçları çok ciddi oldu: kızların ifadeleri neredeyse yirmi kadar insanı darağacına gönderdi. Hatta bir adam törenlerle taşların altında ezildi. Sırf bir grup çocuk onun hakkında hikayeler uydurdu diye masum bir insanın başına böyle bir şey gelmesi ne kadar dehşet verici. Kızların bunu neden yaptığını merak etmeden duramıyorum. Birbirlerini mi etkilemeye çalışıyorlardı? Bugünün e-postalarında ve sosyal paylaşım sitelerinde gördüğümüz acımasız "sanal-şiddet" gibi bir şey olabilir mi? Yoksa kendi abartılı hikayelerine samimiyetle inanmışlar mıydı?

Haydi, genel olarak mucize hikayelerine ve nasıl başladıklarına geri dönelim. Belki de genç kızların söyledikleri garip şeylere ve söylenen şeylere inanmaya en ünlü örnek Fatima'nın sözde mucizesi olabilir. 1917'de Portekiz'in Fatima şehrinde, ismi Lucia olan on yaşındaki bir çoban kız, iki küçük kuzeni Francisco ve Jacinta ile beraber bir tepenin üzerinde bir görüntüye şahit olduklarını iddia ettiler. Çocuklar tepenin, uzun zaman önce ölmüş olmasına rağmen yerel halk için bir çeşit tanrıça haline gelmiş "Bakire Meryem" diye bir kadın tarafından ziyaret edildiğini söylediler. Lucia'ya göre hayalet Meryem onunla konuştu ve ona ve diğer çocuklara Ekim'in 13'üne kadar her ayın 13'ünde ziyaret etmeyi sürdüreceğini ve söylediği kişi olup olmadığını kanıtlamak



için Ekim'in 13'ünde bir mucize gerçekleştireceğini söyledi. Beklenen mucizenin söylentileri tüm Portekiz'e yayıldı ve söylenen günde 70.000'den fazla insandan oluşan büyük bir kalabalık orada toplandı. Gerçekleşen mucizeye güneş de dahildi. O esnada güneşe ne olduğuna dair rivayetler çeşitlidir. Kimi görgü tanıklarına göre "danseder" gibi görünüyordu kimisine göre tekerlek gibi fırıl fırıl dönüyordu. En aşırı iddia ise şuydu:

> *. . . güneş gökyüzünü yırtıp korkmuş kalabalığın başına yıkılmak üzere gibiydi . . Tam kalabalığın üzerine düşüp hepsini yokedecek bir ateş topu gibi görünmeye başlamıştı ki mucize araya girdi ve güneş gökyüzündeki normal yerine dönüp her zamanki gibi huzurla ışımaya başladı. . .*

Peki, gerçekte ne olduğunu düşünüyoruz? Fatima'da gerçekten bir mucize söz konusu muydu? Hayalet Meryem gerçekten göründü mü? Beklendiği gibi, üç küçük çocuk hariç hiçkimseye görünmediği için hikayenin o kısmını ciddiye almamıza gerek yok. Ancak hareket eden güneş mucizesi 70.000 insana görünmüş olması gerektiğine göre bundan ne çıkarabiliriz? Güneş gerçekten hareket etti mi (ya da Dünya güneşe göre hareket etti de güneş hareket ediyor gibi mi göründü?) Hadi Hume gibi düşünelim. Burada göz önünde bulundurabileceğimiz üç olasılık var:

1 Güneş gökyüzünde gerçekten hareket etti ve her zamanki konumuna geri dönmeden önce ürkmüş kalabalığın üzerine üzerine geldi. (Ya da Dünya dönme şeklini öyle bir değiştirdi ki sanki güneş hareket ediyormuş gibi göründü).

2 Ne güneş ne de Dünya gerçekten hareket etti ve 70.000 insan aynı anda bir halüsinasyon gördü.

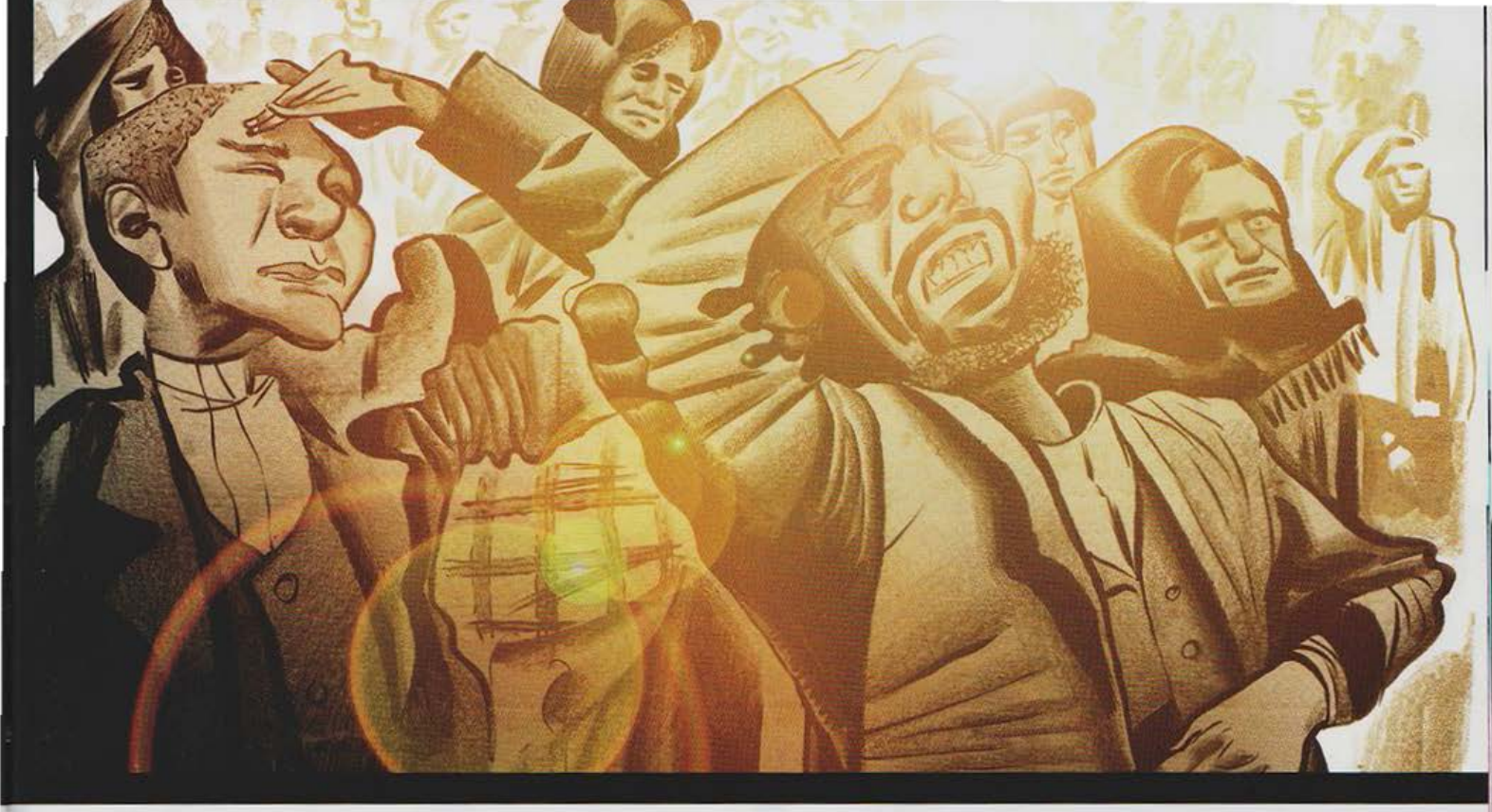
3 Hiçbir şey olmadı, tüm olay yanlış aksettirildi, abartıldı ya da sadece uyduruldu.



Bu üç olasılıktan en makul, en akla uygun olanı sizce hangisi? Üçü de oldukça uzak ihtimaller gibi görünüyor. Ama 3. olasılığın inanılması en az zor, mucize payesini en az hak eden olasılık olduğu açık. Üçüncü olasılığı kabul etmek için sadece birinin 70.000 insanın güneşin oynadığına şahit olduğu yalanını söylemiş olduğunu ve bu yalanın bugün internette dolaşan diğer herhangi bir popüler şehir efsanesi gibi tekrar edilip yayıldığını kabul etmemiz yeterli. İkinci seçenek daha az olası. 70.000 kişinin eşzamanlı olarak güneşle ilgili bir halüsinasyon gördüğüne inanmamızı gerektiriyor. Üçüncüye oranla inanılması daha zor. Ancak her ne kadar olasılıksız ve neredeyse mucizevi olsa da 2. olasılık her şeye rağmen 1. olasılıktan çok daha az mucizevi.

Güneş dünyanın yarısı için tüm gün boyu görünür durumdadır, sadece Portekiz'in bir kasabasında değil. Eğer güneş gerçekten hareket etmiş olsaydı sadece Fatima'daki insanlar değil, tüm yarıküredeki milyonlarca kişi gördükleri karşısında şaşkına dönerdi. Aslında 1. olasılığa karşı muhalefet bundan da güçlü. Eğer güneş gerçekten söylenildiği hızda hareket *etmiş* olsaydı ya da Dünya'nın dönüşünü sanki güneş dev bir hızda hareket ediyormuşçasına değiştirecek kadar etkili bir şey olsaydı bu hepimizin felaketi olurdu. Ya Dünya yörüngesinin dışına çıkardı ve bugün yaşamsız, karanlık boşluğa savrulan soğuk bir kaya halini almış olurdu ya da Güneş bizi yutmuş olurdu ve çoktan hepimiz kızarmış olurduk. Dünya'nın saatte yüzlerce kilometre (ekvatorda saatte 1600 kilometre) hızla döndüğünü ve güneşin görünen hareketinin bizim algılayamayacağımız kadar **yavaş** olduğunu çünkü çok uzakta olduğunu 5. bölüm'den hatırlayın. Eğer Güneş ve Dünya aniden birbirlerine doğru, bir grup insanın güneşin onları "ezecekmiş gibi" üstlerine geldiğini görecek kadar hızla hareket edecek olsalar, gerçekteki hareketin normaldekinden binlerce kez daha hızlı olması gerekirdi ve bu gerçek anlamda dünyanın sonu olurdu.

Lucia'nın, kalabalığa güneşe dik dik bakmalarını söylediği ifade edilir. Bu arada bu yapılabile-



cek en aptalca şeylerden biridir çünkü gözlerinize kalıcı hasar verebilir. Ayrıca güneşin gökyüzünde hareket ettiği, yalpaladığı sanrısına neden olabilir. Eğer sadece tek bir kişi güneşin hareket ettiği halüsinasyonunu görmüşse ya da bu konuda yalan söylemişse; o birine, o biri ötekisine, ötekisi bir başkasına, başkası da her biri başka bir sürü insana anlatacak bir sürü diğer başka insana bunu aktaracak olsa, popüler bir söylenti başlatmak için yeterli olurdu bu. Sonunda da bu söylentiyi duyan insanlardan biri bunu yazıya dökecektir. Ancak Hume için önemli olan, söylentinin gerçekten bu şekilde ortaya çıkıp çıkmadığı değil. Önemli olan, 70.000 görgü tanığının yanılıyor olması her ne kadar akla uygun görünmese de, bunun aslında güneşin anlatıldığı biçimde hareket etmiş olmasından çok daha alda uygun olduğudur.

Hume doğrudan çıkıp mucizelerin imkansız olduğunu söylememiştir. Onun yerine bize, bir mucizeyi olasılıksız bir olay olarak kabul etmemizi önermiştir, yani olasılıksızlığını kestirebileceğimiz bir olay olarak. Bu talıminin tam olarak doğru olmasına gerek yok. Ortaya atılan mucize iddiasının olasılıksızlığının, halüsinasyon ve yalan gibi alternatifleriyle karşılaştırılabileceği bir ölçeğe oturtulması yeterli.







Haydi gelin ilk bölümde bahsettiğim kart oyunlarına geri dönelim. Dört oyuncuya kartları dağıttığımızı ve birinin elinde sadece Kupalar, birinin elinde sadece Karolar, öbürünün elinde sadece Maçalar diğerinin elindeyse sadece Sinekler olacak şekilde her birinin elinin mükemmel olduğunu hayalimizde canlandırdığımızı hatırlarsınız. Eğer bu gerçekten başımıza gelirse ne düşünmeliyiz? Yine, üç olasılık belirleyebiliriz:

1 Süper güçleri olan bir büyücü ya da cadı ya da falcı ya da tanrı tarafından doğaüstü bir mucize gerçekleştirilmiştir. Bilimsel yasaları ihlal ederek, kartlardaki tüm kupaları, karoları, sinekleri ve maçaları değiştirip, kartları dağıtmadan önce mükemmel bir şekilde sıralamıştır.

2 Bu gerçekten çok çarpıcı bir tesadüftür. Kartlar bu mükemmel dağılıma yol açacak şekilde karışmıştır.

3 Birileri kurnaz bir numara yapmaktadır, belki de elbisesinin koluna sakladığı önceden ayarlanmış bir desteyle, dağıtıldığını gördüğümüz desteyi değiştirivermiştir.

Şimdi Hume'un tavsiyesi uyarınca ne düşünüyorsunuz? Her üç olasılık da inanması biraz güç görünebilir. Ama 3. seçenek, açık ara farkla inanması en kolay olanı. İkinci seçenek de gerçekleşmiş olabilir ama bunun ne kadar olasılık dışı olduğunu hesaplamıştık ve gerçekten de çok çok olasılıksız olduğunu görmüştük: 53.644.773.776.548.879.283 .923.744.000'da bir gerçekleşebilecek bir durumdu bu. Birinci seçeneğin ihtimalini bu kadar hassas şekilde hesaplayamayız ama bunu hiç doğru düzgün kanıtlanmamış ve kimsenin anlamadığı bir kuvvetin gücünün kartlardaki kırmızı ve siyah şekillerle oynaması olarak düşünün. Bu durum için "imkansız" demeye pek gönüllü olmayabilirsiniz. Ama Hume sizden bunu istemiyor, onun tek istediği bu durumu alternatifleriyle kıyaslamanız. Bu olay özelinde bu alternatifler, birinin bir kart numarası yaptığı ya da müthiş bir şans olayının gerçekleştiği



şeklinde. En az bunun kadar akıllara durgunluk veren başka numaralar (ki bunlar genellikle kart numaralarıdır) görmedik mi hepimiz? Mükemmel el dağılımına dair en olası açıklamanın, her ne kadar evrenin yasalarını ihlal etmekten daha az mucizevi olsa da sadece şans eseri de değil, bir sihirbazın numarası ya da dürüst olmayan bir hilebazın oyunu olduğu apaçık ortada.

Gelin bir başka meşhur mucize hikayesine yani daha önce değindiğim Yahudi vaizin suyu şaraba dönüştürme hikayesine bakalım. Bir kez daha üç temel olası açıklamayı listeleyelim:

1 Gerçekten olmuştu. Su gerçekten şaraba dönüşmüştü.

2 Bu kurnazca bir sihirbazlık numarasıydı.

3 Böylesi bir olay hiç yaşanmamıştı. Bu sadece birinin uydurduğu bir hikaye, bir kurmacaydı. Ya da gerçekte olandan çok daha az olağanüstü bir şeyin yanlış anlaşılması söz konusuydu.

Sanırım buradaki mümkünlük sırası konusunda pek şüphe yok. Eğer 1. açıklama doğru olsaydı, tıpkı ilk bölümde bahsettiğimiz balkabakları ve at arabaları ile kurbağalar ve prenslerde olduğu gibi bildiğimiz bazı temel bilimsel ilkelerin ihlal edilmiş olması lazım. Saf su moleküllerinin, alkol, tanin, çeşitli şekerler ve daha bir sürü başka şeylerin de dahil olduğu karmaşık bir molekül karışımına dönüşmesi gerekirdi. Eğer bu açıklamayı diğerlerine tercih edeceksek, alternatif açıklamaların gerçekten de son derece olasılıksız olması gerekirdi.

Bunun (genelde sahnelerde ve televizyonlarda yapılan numaralardan çok daha kurnazca) bir sihirbazlık numarası olması da olası ancak yine de 3. açıklamadan daha çok değil. Bu olayın gerçekleşmiş olduğuna dair kanıt bile yokken neden sihirbazlık numarası olarak açıklamakla uğraşalım ki? Karşılaştırdığımızda 3. açıklama çok daha olasıyken, sihibazlık numarası olabileceğini düşünmeye niye gerek duyalım? Biri bir hikaye uydurmuş.

İnsanlar her zaman hikaye uydururlar. Kurgu budur. Hikayenin kurmaca olduğu o kadar akla uygun bir açıklamadır ki, olayı sihirbazlık numaralarıyla açıklamak için kendimizi yormamıza gerek yoktur; her ne kadar sihirbazlık numarası, evrenin nasıl işlediğine dair bildiğimiz her şeyi tepetaklak ederek bilimsel kanunları ihlal eden mucize açıklamasından daha olası olsa da.

Aslında özellikle, İsa denen bu vaiz hakkında uydurulmuş birçok kurmaca hikaye biliyoruz. Örneğin, belki de sizin de biliyor olabileceğiniz, Kiraz Ağacı isimli sevimli kısa bir şarkı vardır.



Şarkı İsa'nın, annesi Meryem'in (bu arada bu Meryem ile Fatima hikayesindeki Meryem aynı kişi) karnında olduğu zamanı ve Meryem ile Kocası Yusuf'un bir kiraz ağacının yakınlarında yürüyüşünü anlatır. Meryem'in canı kiraz ister ama meyveler Meryem'in yetişemeyeceği kadar yüksektedir. Yusuf'un da canı ağaçlara tırmanmak istememektedir, işte tam o sırada . . .

Konuştu bebek İsa
Meryem'in karnında
"Bükül ey uzun dal,
Bükül ki annem biraz alabilsin
Bükül ey uzun dal,
Bükül ki annem biraz alabilsin"

Sonra büküldü uzun dal
Dokunana dek Meryem'in eline
Ağlayarak dedi Meryem "Yusuf, gördün mü
Geldi bana kirazlar emirle"
Ağlayarak dedi Meryem "Yusuf, gördün mü
Geldi bana kirazlar emirle"

Kiraz ağacı hikayesini hiçbir kutsal kitapta bulamazsınız. Herkes yani gerçekten bilgili ve eğitimli herkes bunun kurgudan başka bir şey olmadığını bilir. Suyu şaraba dönüştürme hikayesinin doğru olduğuna birçok insan inanır ama herkes kiraz ağacı hikayesinin kurmaca olduğunda hemfikirdir. Kiraz ağacı hikayesi sadece 500 yıl önce uydurulmuştur. Suyu şaraba dönüştürme hikayesi ise daha eskidir. Hristiyanlık dininin dört kitabından sadece birinde yer alır (John'un İncil'inde geçer, diğer üçünde geçmez) ama, bunun kiraz ağacı hikayesinden sadece birkaç yüzyıl önce uydurulmuş bir hikayeden fazlası olduğuna inanmak için hiçbir neden yoktur. Bu arada dört kitabın dördü de tasvi'r ettiklerini iddia ettikleri hikayelerden çok çok sonra yazılmışlardır ve hiçbiri bir görgü tanığı tarafından yazılmamıştır. Kiraz ağacı hikayesi gibi suyu şaraba dönüştürme hikayesinin de saf bir kurgu olduğunda karar kılmak gayet akla uygun görünüyor.



Aynı şeyi, iddia edilen diğer tüm mucizeler için, herhangi bir şeyin tüm "doğaüstü" açıklamaları için de söyleyebiliriz. Anlayamadığımız bir şeyin gerçekleştiğini düşünün ve bunun nasıl bir düzenbazlık veya hilekarlık veya yalan olduğunu da göremiyor olalım: buradan o şeyin doğaüstü olması gerektiği sonucuna varmak doğru olur muydu? Hayır! 1. bölümde açıkladığım gibi, bu o şeyi anlamak için sorulması gereken tüm diğer sorulara ve araştırmalara son verecektir. O şeyin herhangi bir doğal açıklamasının asla *mümkün* olmayacağını söylemek tembellik ve hatta ikiyüzlülük olur. Eğer herhangi garip bir şeyin "doğaüstü" olduğunu iddia ediyorsanız, onu şu anda anlamadığınızı söylemekle kalmıyor, pes ettiğinizi ve onun asla anlaşılamayacağını söylüyorsunuz demektir.

Bugünün mucizesi, yarının teknolojisi

Bugünün en iyi bilimcilerinin bile açıklayamadığı şeyler var. Ancak bu, tüm araştırmaları sonlandırıp aslında hiçbir şey açıklamayan sahte büyü ve doğaüstü "açıklamalara" başvurmamız gerektiği anlamına gelmiyor. Bir ortaçağ adamı düşünün, hatta bu adam döneminin en eğitimli kişisi olsun. Bu adamın bir jet uçağı, bir dizüstü bilgisayarı, bir cep telefonu ya da bir GPS'li navigasyon cihazı gördüğünde nasıl tepki vereceğini hayal edin. Büyük ihtimalle bu araçların doğaüstü ve mucizevi olduğunu söyleyecektir. Ama bu araçlar bugün bizim için sı-



radan araçlar ve bilimsel ilkeleri takip ederek onları icat edenler sayesinde nasıl çalıştıklarını biliyoruz. Onların varlığını açıklamak için büyü ya da mucize ya da doğaüstü açıklamalara gerek duymadık ve ortaçağdaki adamın böyle açıklamalara başvurmasının yanlış olacağını görebiliyoruz.

Bu tespiti yapmak için ortaçağa kadar gitmemize gerek yok. 19. yüzyıldaki bir çete, işleyecekleri suçları günümüz cep telefonlarını kullanarak koordine etse, bu Sherlock Holmes'a telepati gibi görünürdü. Holmes'un dünyasında, bir cinayet şüphelisi Londra'da işlenen bir cinayetin akşamı New York'ta olduğunu ispat etse bu yeterli olurdu çünkü on dokuzuncu yüzyılda aynı günün sabahı Londra'da akşamı New York'ta olmak imkansızdı. Aksini iddia eden doğaüstü bir şeyler söylüyor gibi görünürdü. Ancak bugün modern jet uçakları bunu kolaylıkla mümkün kılıyor. Tanınmış bilimkurgu yazarı Arthur C. Clarke bu tespiti Clarke'ın Üçüncü Kanunu adı altında özetler: *Yeteri kadar gelişmiş herhangi bir teknoloji büyüden farksızdır.*

Bir zaman makinası bizi yüzyıl ileriye taşıyacak olsa, bugün imkansız olduğunu düşünebileceğimiz harikalar, bir anlamda mucizler görürdük. Ancak bu, bugün imkansız görünen her şeyin gelecekte gerçek olacağı anlamına da gelmez. Bilimkurgu yazarları kolaylıkla bir zaman makinası ya da yerçekimini yokeden bir silah ya da bizi ışıktan hızlı götüren bir roket hayal edebilirler. Ancak sadece bunları hayal edebiliyor olmamız böyle makinaların bir gün gerçek *olacağı* anlamına gelmez. Bugün hayal edebileceğimiz şeylerin bazıları gerçek olabilir. Çoğu ise olmayacaktır.

Bu konuda ne kadar düşünürseniz, doğaüstü mucize kavramının anlamsızlığını o kadar fark edersiniz. Eğer bir şey olur ve bu bilim tarafından açıklanamazsa, şu iki sonuca rahatça varabilirsiniz: O şey ya hiç olmamıştır (gözlemleyen yanılmıştır, veya yalan söylüyordur veya kandırılmıştır) ya da bugün sahip olduğumuz bilim yetersiz kalmıştır. Eğer modern bilim açıklayamadığı bir gözlemle ya da deneysel sonuçla karşılaşırsa, bilimimiz buna bir açıklama getirene kadar ilerlemeden rahat etmeyiz. Diyelim bu açıklamayı getirmek için yeni ve radikal bir bilim gerekiyor, öyle ki bu yenilik, bilimcilerin onu bilim olarak algılamakta zorlanacakları derecede devrimsel ve garip bir yenilik. Durum bu olsa da sorun değil. Daha önce oldu bu.

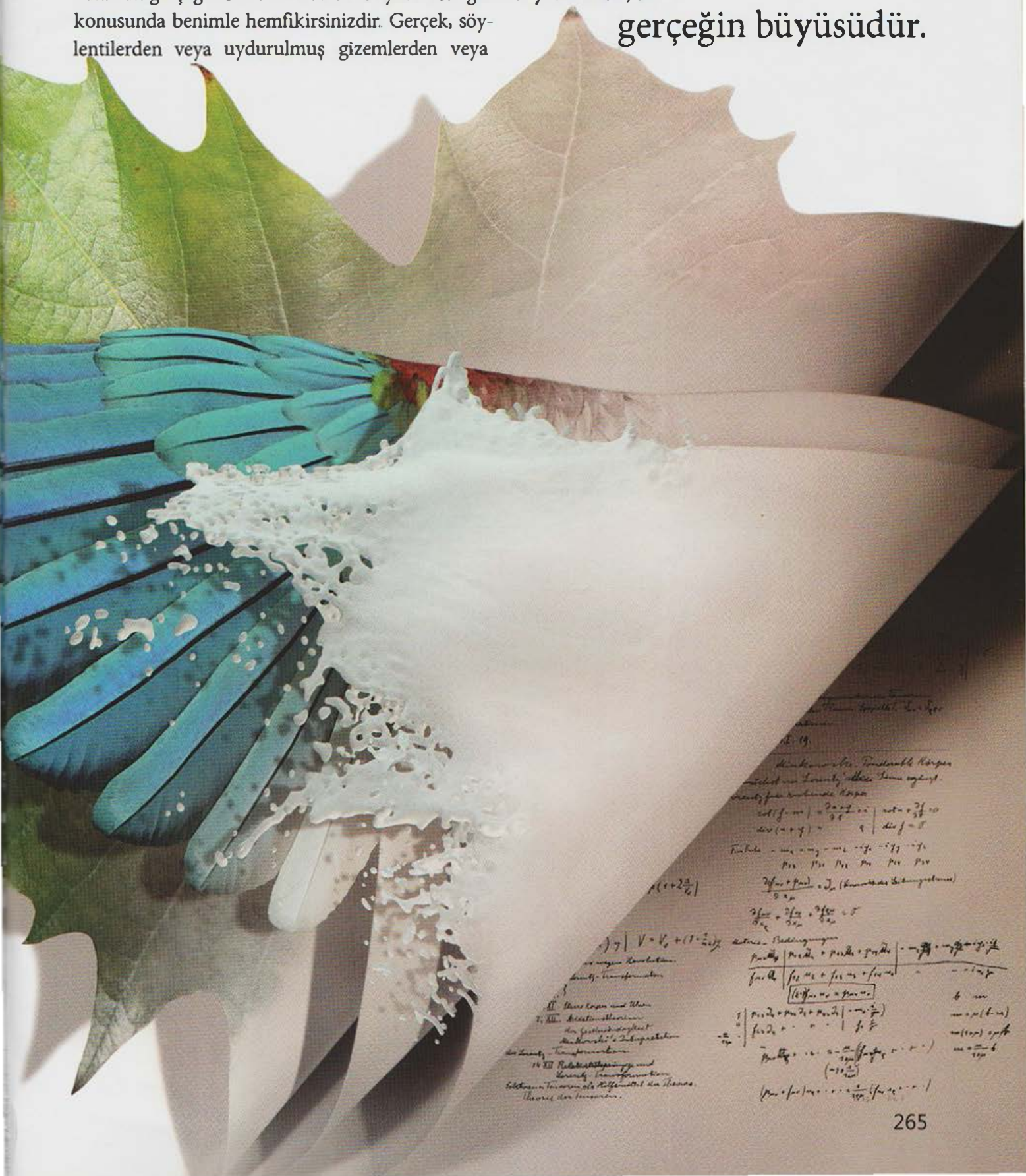
Ama asla, "açıklayamadığımıza göre doğaüstü olmalı" ya da "mucize olmalı" diyecek kadar tembel ve yenilgiyi kabul edenlerden olmayın. Onun yerine bunun bir yapboz olduğunu, bir bilmece olduğunu, tuhaf olduğunu ve kabul etmemiz gereken bir meydan okuma olduğunu söyleyin. Bu meydan okumayı ya o açıklanamayan gözlemin doğruluğunu sorgulayarak ya da biliminizi yeni ve heyecan verici alanlara genişleterek göğüsleyebiliriz. Böylesi bir meydan okumaya verilmesi gereken en uygun ve cesur cevap, devam edip o problemi doğrudan ele almaktır. Ve bu gizeme *uygun* bir cevap bulana kadar "bu henüz anlayamadığımız ama üzerinde çalışmaya devam ettiğimiz bir konu" demekte hiç sorun yoktur. Aslına bakarsanız, yapılabilecek tek dürüstçe şey de budur.



Mucizeler, büyüler ve söylenceler; bunların hepsi keyiflidir ve bu kitap boyunca bunlarla eğlenceli vakit geçirdik. Herkes iyi bir hikayeyi sever ve umarım sizler de çoğunlukla bölümlerimin başında yer verdiğim söylencelerden keyif almış-

sınızdır. Ancak daha çok, söylencelerin ardından gelen bilimden keyif aldığınızı ümit ediyorum. Umarım gerçeğin kendine has bir büyüsü olduğu konusunda benimle hemfikirsinizdir. Gerçek, söylentilerden veya uydurulmuş gizemlerden veya mucizelerden kelimenin en iyi ve heyecan verici anlamıyla çok daha büyüleyicidir. Bilimin kendi büyüsü vardır, bu

gerçeğin büyüsüdür.



Teşekkürler

Richard Dawkins kitap için aşağıdakilere teşekkür eder:
Lalla Ward, Lawrence Krauss, Sally Gaminara, Gillian Somerscales, Philip Lord, Katrina Whone, Hilary Redmon; Ken Zetie, Tom Lowes, Owen Toller, Londra St Paul Okulundan Will Williams ve Sam Roberts, Alain Townsend, Bill Nye, Elisabeth Cornwell, Carolyn Porco, Christopher McKay, Jacqueline Simpson, Rosalind Temple, Andy Thomson, John Brockman, Kate Kettlewell, Mark Pagel, Michael Land, Todd Stiefel, Greg Langer, Robert Jacobs, Michael Yudkin, Oliver Pybus, Rand Russell, Edward Ashcroft, Greg Stikeleather, Paula Kirby, Anni Cole-Hamilton ve Moray Firth Okulu personeli ve öğrencileri.

Dave McKean kitap için aşağıdakilere teşekkür eder:
Christian Krupa (bilgisayar modellemeci); Ruth Howard (Kimya danışmanı), Andrew Hills (Fizik danışmanı) ve Cranbrook Okulu; Clare, Yolanda ve Liam McKean.

Resimler

Araba kaportasındaki Michael Jackson, syf. 248, © KNS News
"Kızartma tavasındaki İsa", syf. 249, © Caters News
"Tosttaki İsa", syf. 249, © Chip Simons/Getty
Cottingley perileri, syf. 255, © Glenn Hill/SSPL/Getty
Galaksiler, syf. 167, © NASA/Getty
Tayfölçer, syf. 170, © Oxford Bilim Tarihi Müzesi
