

REBECCA RUPP

populer bilim

DÖRT ELEMENT

SU/HAVA/ATEŞ/TOPRAK

Profil

DÖRT ELEMENT

Rebecca Rupp

Çeviri: Hasan Kaya

PROFİL

© Rebecca Rupp, 2005

© PROFİL YAYINCILIK

Orijinal Adı / Four Element (Water, Air, Fire, Earth)

Yazar / Rebecca Rupp

Kitabın Adı / Dört Element

Genel Koordinatör / Münir Üstün

Genel Yayın Yönetmeni / Cem Küçük

Editör / Elif Avcı

Çeviri / Hasan Kaya

Kapak Tasarım / Kenan Özcan

İç Tasarım / Adem Şenel

Baskı-Cilt / İdil Matbaası

Emintaş Kazım Dinçol San.Sit. No.81/19
Bayrampaşa -İstanbul Tel: 0212 674 66 78

1. BASKI MAYIS 2007

978-975-996-062-9

PROFİL: 25

POPÜLER BİLİM: 01

PROFİL YAYINCILIK

Çatalçeşme Sk. Meçiçli Apt. No: 52 K.3

Cağaloğlu - İSTANBUL

www.profilkitap.com / bilgi@profilkitap.com

Tel. 0212. 514 45 11 Faks. 0212. 514 45 12

Profil Yayıncılık Maviyağaç Kültür Sanat Yayıncılık Tic.Ltd.Şti markasıdır.

© Bu kitabın Türkçe yayın hakları Onk Ajans aracılığıyla Profil Yayıncılığa aittir. Yazarın ve yayıncının izni olmadan herhangi bir formda yayınlanamaz, kopyalanamaz ve çoğaltılamaz. Ancak kaynak gösterilerek alıntı yapılabilir.

İÇİNDEKİLER

Birinci Bölüm

Kaç Element Vardır? / 9

İkinci Bölüm

Su / 63

Üçüncü Bölüm

Hava / 153

Dördüncü Bölüm

Ateş / 224

Beşinci Bölüm

Toprak / 277

Altıncı Bölüm

Elementler Bizleriz / 305

Kaynakça / 311

Dizin / 321

Ben, büyük bir ustalıkla, elementlerden ve ilahî bir ruhtan meydana getirilmiş küçük bir dünyayım.

John Donne

Kaç Element Vardır?

Doğa hakkındaki bilgileri geliştirmek isteyen kişi, böyle bir gücün varlığını kesinlikle kabul etmez. Onun için kuşkuculuk, görevlerin en yücesi, batıl inanç ise affedilmez bir günahdır.

Thomas Henry Huxley

On the Advisableness of Improving Natural Knowledge

Bugün dünya üzerinde sahip olduğumuz her şey, doğal yollarla oluşmuş doksan iki elementin bir veya daha fazlasından oluşmaktadır. Büyüklük olarak ufacık hidrojenen uranyum kadar devasa nesnelere kadar değişen bu farklı şeyler, maddenin alfabesidir: Tıpkı yirmi dokuz harfin dizilişinin, tekerlemelerden Shakespeare'in trajedilerine kadar her şeyi oluşturduğu gibi, elementler de, yerleri yaratıcı biçimde değiştirildiğinde, bir Ay taşı, oyuncak Barbie bebek, maymun veya B-52 bombardıman uçağı meydana getirebilirler. İnsanlık tarihi, elementlerin tarihiyle ayrılmaz biçimde iç içe geçmiştir. Bunları merak etmiş, tartışmış, bunlardan endişe duymuş; bunları keşfetmiş, fark etmiş ve incelemiş; bunları ayırmış ve kendi ürettiklerimizin bazılarıyla birleştirmişizdir. Bunlarla ilişkimiz aynı zamanda hem yakın, hem de uzaktır: Elementler, hem siklotronların anlaşılması güç maddeleri, hem de günlük yaşamın temelidirler. Medeniyetlerimiz elementler üzerine kurulmuşlardır ve mevcut teknolojinin tamamı onlardan doğar. Gözlerimizi kısarık gün doğumunu izlediğimiz veya yıldızlarla dolu bir gökyüzünü seyre daldığımız her vakit, elementlerin oluşum sürecini izleriz.

Günümüzde Periyodik Cetvel yaklaşık 118 elementi; doğanın daha önce bahsedilen doksan iki elementi ile bizim laboratuvarlarda üretmiş olduğumuz yirmi altı elementi sıralamaktadır. Bu tür bir element bolluğu, her ne kadar bugün farkında olunmasa da yeni bir olaydır. İnsanlığın iki bin yıldan uzun tarihi boyunca elementlerin sayısı yalnızca dört olarak bilinmişti. Bunlar, antik Yunanlıların klâsik elementleriydi: Su, ateş, toprak ve hava.

Bütün madde biçimlerini oluşturan sınırlı sayıda madde olduğu fikri, milattan önce altıncı yüzyılda, bugün Türkiye'nin güneybatı sahili olan eski Yunan toprakları İyonya'da ortaya çıkmıştı. Bu fikri benimseyen kişiler, doğa felsefesi olarak bilinen düşünce ekolünün kurucularıydı ve bütün Batı bilimlerinin temeli olan bu ekol, Yunanlıların dünyanın işleyiş biçimleri hakkındaki doymak bilmez meraklarının doğal bir sonucuydu. Hiçbir soru, yetişmekte olan filozofların üstesinden gelemeyecekleri kadar küçük veya büyük değildi. Ay'ın ve yıldızların parlamasına yol açan şey neydi? Deniz suyu neden tuzluydu? Hangisi daha tatlıydı; bal mı yoksa incir mi? (Bu konu hakkında biraz düşünmüş olan Ksenophanes'e göre bal daha tatlıydı.) Uzay diye bir şey var mıydı? Neden dağ başlarında bazen denizkabuğu şeklinde taşlara rastlanıyordu? Ve muhtemelen en önemlisi, maddenin yapısı neydi?

Bilim ile din arasındaki büyük bölünmenin ilk kez belirmeye başladığı yer, Türkiye'nin bu antik sahil bölgesiydi. Milattan önce altıncı yüzyıldan öncesine kadar doğal dünyadaki olaylar genellikle Tanrıların iradelerine bağlanıyordu (veya suç tanrılara atılıyordu). Yunanlıların doğa olaylarıyla ilgili mantıklı açıklamalar olduğuna duydukları inanç daha önceki düşünme biçimlerini altüst etmekle kalmamış, aynı zamanda gelecek için de etkileyici anlamlar sunmuştu. Eğer olayların doğaüstü varlıkların hercailik-

lerinden başka sebepleri varsa, bu olayları tahmin etmek, önlemek, kontrol altında tutmak, kullanmak veya onların yönlerini değiştirmek için sayısız fırsat doğmuş demektir. Doğa filozofları entelektüel devrimciler, görkemli ve etkileyici bir kavramsal yükseliş çağının yıldız oyuncularındırlar. Günümüzde onların onuruna Ph.D¹ –Doktora– unvanı, en yüksek akademik araştırma derecesidir.

İyonyalı filozof Tales, şüphesiz bu konuyu düşünen ilk kişi olmasa da, genellikle elementlerin yapıları hakkında kuramlar yürüten ilk kişi olarak kabul edilir. Muhtemelen ilk doğa filozofu olan Tales, MÖ 624 yılı civarında, efsaneye göre kente vardıklarında oradaki bütün erkekleri öldürüp onların dul eşleriyle zorla evlenen başıboş Atinalılar tarafından kurulmuş liman kenti Milet'te doğmuştu. Miletli kadınların ilk kuşağı intikam almak için, kocalarıyla aynı masada oturmayı veya onlara gerçek isimleriyle seslenmeyi reddetmişlerdi.

Ne var ki Tales'in zamanında Milet huzurlu ve zengin bir kentti; MÖ 7. yüzyılın sonları ve 6. yüzyıl genel olarak Yunanlı olmak için iyi zamanlardı. Dünyanın diğer bölgeleri kargaşa içerisindeydi. Doğuda, kızgın komşularınca kuşatılmış Asur İmparatorluğu, hak ettiği kanlı sona yaklaşıyordu. Güneyde ise Mısır firavunu, Megiddo'da –bu yer korkunç savaşlarıyla o kadar ünlüdür ki, ismi günümüze Armageddon* olarak gelmiştir– Kral Josiah'ı öldürüp Judah krallığını işgal etmek üzereydi. Tales delikanlı çağına gelene kadar Babil, Kudüs'ü fethetmesi ve oranın Yahudi sakinlerini esir etmesi nedeniyle Eski Ahit'te ölümsüzleştirilmiş olan savaşçı II. Nebukatnezar'ın yönetimi altında oldukça güçlenmişti. Bunun aksine MÖ 7. ve 6. yüzyıl Yunanistan'ı, o zamanlar için güvenlik sığınağıydı. Yunan anakarası, her biri güçlü tiranların yönetimi altındaki bağımsız varlıklar olan yüzlerce şe-

¹ Doctor of Philosophy

* Hıristiyan inancına göre kıyamet gününde iyilik ve kötülük orduları arasında çıkacak savaşa sahne olacak meydan. (Çev.)

hir devletinin egemenliği altındaydı. Antik Yunan dünyasındaki *tiran* terimi henüz günümüzdeki iğrenç anlamını almamıştı, bunun yerine bazıları oldukça geniş kitlelerce takdir edilmiş, hanedan soyundan gelmeyen bir hükümdarı ifade etmek için kullanılan yaygın bir terimdi. Örneğin Korint Tiranı Kipselus o kadar seviliyormuş ki, özel koruma olmadan da yaşamını sürdürmüş, otuz iki yıl hüküm sürdükten sonra yatağında huzur içinde ölmüştü.

Tales'in yaşadığı dönemdeki Yunanlılar –adalı ve öfkeli Spartalılar dışında– çoğunlukla ticaretle uğraşan, büyük ölçüde ticari zihniyete sahip bir halktı. Dünya, Perslerin bazı meşum rekabetlerine karşın, gittikçe Yunanlıların eline geçiyordu. Yunan kolonileri, Anadolu ve Karadeniz'den Kuzey Afrika, İtalya, Fransa ve İspanya'ya kadar bütün Akdeniz kıyılarını çevrelemişlerdi; Yunan savaş gemileri ise dalgaları aşarak tahıl, zeytinyağı, kurutulmuş balık, şarap, maden, kereste ve köle değiş tokuşu gerçekleştiriyorlardı. Üç yüz bin nüfusa sahip başarılı bir şehir merkezi olan Atina'da, liberal politikacı Solon, şehri demokrasinin ilk biçiminin reformlarını başlatmış; ayrıca Akropol'de ilk binalar yükselmeye başlamıştı. Midilli Adası'nda şair Sappho aşk şarkıları bestelemişti; Lidya'da ise Kral Karun –o kadar zengin bir hükümdardı ki, “Karun gibi zengin” deyişi bugüne kadar varlığını sürdürmüştür–dünyanın ilk madeni paralarını bastırmıştı.

İyonya'nın en büyük şehrinin kozmopolit ortamında yetişmiş ve eğitilmiş olan Tales matematikçi, gökbilimci ve sürekli olarak Yunan anakarasını, Babil'i ve Giza'daki Büyük Keops piramidinin yüksekliğini hesaplayarak ismini duyurduğu Mısır'ı gezen yorulmak bilmez bir seyyahtı. Dairenin kendi çapıyla yarıya bölündüğünü bulan ve matematiksel ispatın faydalılığını doğrulayan ilk kişi o olmuştu; muhtemelen Babil'de edinmiş olduğu gökbilim alanındaki uzmanlığı, en az bir kez diplomatik arenaya taşınmıştı: Tales hakkında –olaydan 150 yıl sonra Herodot tarafından anlatılmış– varlığını sürdüren birkaç hikâyeden bir tanesi,

onun bir Güneş tutulması hakkındaki olağanüstü tahmininden bahseder. Bu olayın Medler ile Lidyalılar arasındaki bir savaşta gerçekleşmesi tarafları o kadar korkutmuştu ki, her iki taraf da kılıçlarını kınlarına sokmuş, anlaşmazlıklarını çözmüş ve evlerine dönmüştü. Modern hesaplamalar, Tales'in tahmin ettiği tutulmanın tarihini MÖ 28 Mayıs 585 olarak belirleyerek, bunu, tarihte gününü tam olarak belirlediğimiz ilk olay olarak saptamıştır. Tales aynı zamanda, Türk kıyılarındaki Yunan kentlerinin kendilerini hadlerini aşan Lidyalılara karşı savunmak için ittifak oluşturmaları gerektiğini ileri süren kurnaz bir politikacıydı; zeytinyağı ticareti ile kendisine büyük bir servet edinecek kadar da ticaret zekâsına sahipti.

Bugün Milet'in kalıntıları denizden on kilometre uzakta, kara ile çevrili bir yerdedir. Şehir çamura gömülmüştür; dolambaçlı Menderes Nehri'nin taşıdığı alüvyonlar limanı yavaş yavaş tıka-mış, sonunda onu kullanılamaz hale getirmiştir. Ne var ki Tales'in döneminde Akdeniz'in mavi suları Miletlilerin kapılarının eşiklerine çarpıyordu. Kıyıda öylesine yürüyen biri için su, dikkatle bakan gözün görebildiği kadarıyla, uzak ufka dek uzanıyordu. Rüzgâr dalgaların sesini taşıyor ve hava denizin kokusuyla doluyordu. Tales'in elementlerle ilgili kuramına –daha doğrusu elementle ilgili kuramına, çünkü Tales'in felsefesinde yalnızca bir element vardı– ilham veren şey muhtemelen bu sonsuz denizdi. Tales, evrenin ana kaynağının su olduğunu söylemişti. Ona göre, bilinen bütün doğal maddeler, suyun değişik biçimleri veya bileşimleridir. Su, buharlaşarak havaya dönüşür, sonunda yağmur olarak düşerek yoğunlaşıp taş haline dönüşeceği yere çarpar. Var olan her şey esasen sudan gelmiştir ve her şey er ya da geç suya dönecektir. Dünyanın kendisi –ona bakmanız yeterlidir– sonsuz bir su kütesinin üzerinde yüzen büyük bir kütüğe benzer yassı bir tabakadır.

Tales'in düşündüğü veya söylediği şey tam anlamıyla en iyi tahmin meselesidir; onun suya dayalı bir evren görüşü, sonraki fi-

lozofların yazılarında yalnızca parçalar halinde sürdürülmektedir. Bugün Tales'in yazdığı tek bir sözcük bile yoktur ve muhtemelen o da Sokrates gibi, aslında hiçbir şey yazmamıştır. Yunanistan MÖ 6. yüzyılda çoğunlukla sözel bir kültüre sahipti; iki yüzyıl sonra ise Sokrates, insanların hafızalarının yalnızca zayıflamasına yol açtığını iddia ettiği alfabenin bulunmasından yakınıyordu. Tales hakkında bildiğimiz şeylerin çoğunu, o dönemden çok sonra, ama bol miktarda yazmış olan Aristo'dan öğreniyoruz.

Her ne kadar kulağa çoğunlukla pratik zekâya sahip biri olarak gelse de, görünüşe göre Tales'in de bazı yanlışları vardı. Milet'in sokaklarında yıldızlara bakarak dolanırken bir kuyuya kık üstü düşmesinin hikâyesini silmeye iki bin yıl yetmemiştir. Çaresizce orada sıkışıp kaldığı, utanç verici durumundan ancak köle bir kız tarafından kurtarıldığı ve kızın kendisini çekip çıkardıktan sonra, "İşte yıldızları inceleyen, ama ayağının dibinde duran şeyi göremeyen bir adam!" diyerek onunla alay ettiği söylenir. Umarız Tales bu durumu şakaya vurmuştur. Her halükârda şöhreti zarar görmedi. "Yunanistan'ın Yedi Bilgesi" isimli ünlü listede Tales (Pittacus, Bias, Solon, Cleobulus, Periander ve Chilo'yu geride bırakarak) her zaman ilk sırada yer alır; bir tekne dolusu balıkçının ağına Troyalı Helen'in olduğu anlaşılan üç ayaklı bir tabure takıldığında, balıkçılara bunu dünyanın en bilge kişisine vermeleri söylenir ve tabure Tales'in olur. Tales, doksan yıldan fazla yaşamış, Olimpiyat oyunlarını izlerken güneş çarpması nedeniyle ölmüştü.

Tales'in dünyanın esas yapısı hakkındaki yargısı, hatırı sayılır muhalefete neden olmuştu; gözde öğrencisi Anaksimandros (MÖ yaklaşık 610 – 546) onun en çetin ve en anlaşılır dille konuşan rakibi olmuştu. Tales gibi Anaksimandros da, ilk bilimsel çalışmaların çoğunda payı olan farklı ilgilere sahip biriydi. Kutup

Yıldızı'nın görünüşteki hareketsizliğinin farkına varıp bunu tanımlamış (tarihin o döneminde Draco (Ejderha) takımyıldızında yer alan Thuban Kutup Yıldızı, günümüzdeki Kutup Yıldızı'ndan daha belirsizdi); insanoğlunun balıktan türemiş olabileceğini ileri sürerek Darwin'in evrim teorisini çok önceden düşünmüştü; ayrıca onun bilinen ilk dünya haritasını çizdiği de söylenir ve bu başarısı nedeniyle ona bazen "Haritaların Babası" denir. Bunların yanı sıra, suyun maddenin temel yapı taşı olduğu düşüncesini reddetmiş ve dünyanın sonsuz bir denizde yüzen bir tabaka olduğu varsayımıyla da alay etmişti.

Anaksimandros, dünyanın –muhtemelen bir eliyle uzak ufku işaret ederek– eğri olduğunu ileri sürmüştü. (Uzaktaki bir geminin yaklaşmasını inceleyelim: Önce arka kısım, ardından tıpkı çok büyük bir tepeye tırmanıyormuşçasına geminin baş tarafı görünür.) Dünyanın silindirik olduğunu ve dalgaların üzerinde yüzmeyip de, destek olmaksızın uzayda sallandığını iddia etmişti. Bu, yüzyıllar boyunca kimsenin kabul etmeyeceği hayalî bir düşünceydi. Anaksimandros, su ile ilgili olarak, maddi dünyanın bu denli tekdüze bir şeye dayandırılmayacak kadar değişken olduğunu iddia ediyordu. Temel element, daha az kavranabilir ve daha çok yönlü bir şey olmalıydı. Anaksimandros suyun, kendisinin *apeiron* (Yunancada "sonsuz" veya "belirsiz" anlamına gelir) dediği, gözle görülmeyen çok amaçlı bir plazmanın şekline girdiği, çünkü bu elementin dünyadaki bütün maddeleri en küçük parçalarına ayırabildiği hipotezini kurmuştu. Bu algılanamayan, ama her yeri kaplayan gizemli maddenin yapısı, etkin incelemeyi engelliyordu. Hiç kimse Anaksimandros'un haksız olduğunu kanıtlayamamıştı; ne var ki daha sonra o da kendisinin haklı olduğunu kanıtlayamayacaktı.

Tıpkı Anaksimandros'un Tales'in su hipotezini reddettiği gibi, kendi öğrencisi Anaksimenes de (MÖ yaklaşık 585 – 525) *apeironu* reddediyordu. Anaksimenes'e göre, Anaksimandros'un belirsiz sonsuzu hiçbir noktaya varamayacak kadar bulanıktı. Açık-

çası her şeyin, hiçbir şeyden ziyade *bir şeyden* meydana gelmesi gerekiyordu ve Anaksimenes'in bu *bir şey* için adayı havaydı. Tıpkı su gibi, bol miktarda hava vardı; ancak –tüm dünyayı kapladığı için– her şeyin kaynağı olmak için sudan çok daha uygundu. Üstelik şartlara daha kolay uyum sağlayabiliyordu. Yoğunluğu azaltıldığında –yani seyreltildiğinde veya genleştirildiğinde– dumana, buhara ve ateşe dönüşebiliyordu. Yoğunlaştırıldığında sise ve suya; daha da yoğunlaştırıldığında ise çamura, toza ve som kayaya dönüşebiliyordu. Anaksimenes, dünyanın kendi şekliyle ilgili olarak, Tales'in öğretilerine başvuruyordu. Dünyanın bir masa gibi düz olduğunu söylüyordu.

Temel elementin yapısıyla ilgili tartışma Milet'ten, elli kilometre kuzeyde bulunan ve daha sonra Antik Dünya'nın Yedi Harikası'ndan biri olarak gösterilen Artemis Tapınağı'yla ünlü Yunan Anadolu'sundaki en önemli ikinci şehir Efes'e sıçramıştı. MÖ 5. yüzyılda Efes, tarihte aynı zamanda hayata karşı kasvetli bakış açısı nedeniyle Ağlayan Filozof, yazdıklarının neredeyse anlaşılabilir ölçüdeki bulanıklığı nedeniyle Anlaşılmaz Filozof ve muhtemelen her ikisi nedeniyle de Karamsar olarak bilinen bilge Heraklitos'un da (MÖ yaklaşık 540 – 480) vatanydı. (Heraklitos'un eserlerinden hiçbirini sonuna kadar okuyamamış olan Sokrates, kızgınlıkla, bunların anlamlarını kavramak için derin deniz dalgıcına ihtiyaç olduğunu söylemişti.) Öyle görünüyor ki egemen görüş, Heraklitos'un, metnlerinin yalnızca üst tabakanın en zeki ve en iyi üyeleri tarafından anlaşılmasını sağlama almak için bunları bilerek belirsiz hale getirmiş olduğudur. Heraklitos, anlatılanlara göre, sıradan insanları küçümseyen ve felsefi görüşleri konusunda son derece sert olan tam bir huysuz ihtiyar ve seçkinciliği katı biçimde savunan biriydi. Heraklitos, hoş olmayan bir ifadeyle, “Birçok şeyin öğrenilmesi bir duyguyu öğretmez; öyle olsaydı Hesiod, Pisagor, Ksenophanes ve Hekateus bundan faydalanırlardı,” demişti.

Heraklitos'un felsefesi, geçiciliğin sürekliliği –yani değişimin kaçınılmazlığı– görüşünün etrafında toplanmaktadır. Bu görüşü-

nü (şaşırtıcı biçimde açık sözlü olarak) söylediği “değişmeyen tek şey, değişimdir” ve “aynı ırmakta iki kez yıkanılmaz” gibi sözlerle ifade etmişti. Heraklitos’a göre aynı ırmakta iki kez yıkanılmaz, çünkü zamanın geçişiyle birlikte, ne ırmağa giren kişi ne de ırmak aynı kalır. Bu, artık borcu aldığı zamanki kişi olmadığı bahanesiyle borçlarından kurtulmaya çalışan bir adam hakkında anlatılan şakaya ilham vermişti.

Heraklitos’un değişimin üstünlüğü konusundaki ısrarı, ateşin –ona göre en değişken elementin– evrenin temel maddesi olduğu sonucuna varmasına yol açmıştı. Heraklitos’a göre dünya önce suya, ardından da toprağa dönüşmüş olan ateşten meydana gelmişti. Sırasıyla toprak sıvılaşarak su olmuş, su da bir kez daha ateşe dönüşmüş ve böylece, durmadan tekrarlanan bir döngü içerisinde olaylar devam etmiş. İnsan bilinci de ateşin bir biçimiydi; ne kadar bilince sahip olunursa o kadar iyiydi. Uyku, ateşin kısık yanmasına neden oluyordu; alkol ve ıslak olmak, ateşin tamamen sönmemesinin işaretleriydi. Heraklitos’un varlığını sürdüren ifadelerinden birçoğu, şarabın kötülükleri üzerine kaygı verici uyarılardır.

Tales suya, Anaksimenes havaya ve Heraklitos da ateşe dayalı bir dünyayı kabul ederken, Ksenophanes de toprağı tercih ediyordu. Ksenophanes, MÖ yaklaşık 570 yılında Efes yolunun hemen aşağısındaki Kolophon şehrinde doğmuştu. Kolophon; İzmir, Rodos, Salamis, Sakız Adası, Argos ve Atina’yla birlikte, Homeros’un doğum yeri olarak iddia edilen şehirlerden biriydi. Bazıları onun, sonunda MÖ 6. yüzyılın ortasında Yunanlıların Persler tarafından yenilgiye uğratılmalarının ardından çok sayıda İyonyalı filozofun gittiği İtalya’daki Elea Yunan kolonisine yerleşmiş olduğunu iddia etseler de, öyle görünüyor ki Ksenophanes, yetişkinliğinin büyük bir kısmını dolaşarak geçirmişti. Ksenophanes’in ifadelerinin pek çoğunda anlamlı bir sitemkâr ton vardır: *Yunanlılar daha az mantıksız, azla daha fazla yetinen ve spor müsabakalarına kafalarını daha az takan kişiler olsalardı, Persler bugün burada olamazlardı.* Yurttaşlarının kötü alışkanlıklarından

birçoğunu mor renk giyinmeye, parfüme ve süslü saç biçimlerine ilgi duyan düşüncesiz bir halk olan Lidyalı komşularından aldıklarını ima etmişti.

Ksenophanes, esasen şair olarak kabul edilir; fakat tıpkı bütün doğa filozofları gibi, aralarında jeolojinin de olduğu çok sayıda ilgi alanı vardı. Ksenophanes, bazen dağ başlarında neden fosilleşmiş denizkabuklarının olduğu sorusunu düşünerek, dünyanın değişmez olmadığına, ama uzun zaman dilimleri boyunca yavaş yavaş değiştiği sonucuna varmıştı. Bu yüzden, *bugün dağ gördüğümüz yerlerde bir zamanlar okyanus vardı; sert kabuklar da, çok önce çamura gömülmüş olan eski deniz yaratıklarının kalıntıları olmalıydı*, diye düşünüyordu Dünyanın şekli kaysa, değişse, basıklaşsa, yassılaşsa, şişse ve yeniden şekillense bile, özü aynı kalır; tıpkı kilin şekillendirilip pişirildikten sonra çömlek olmasının ardından çömleğin özünde kilin olması gibi. Bu nedenlerle Ksenophanes, bütün maddelerin temel elementinin toprak olduğunu varsaymıştı.

Her bakımdan tartışmalara yol açan temel maddeler konusuyla ilgilenen bir diğer önemli filozof Empedokles, Maraton Savaşı'nın olduğu yıl olan MÖ yaklaşık 494 yılında, o zamanlar Yunan adası olan Sicilya'daki Akragas'da aristokrat bir ailenin çocuğu olarak dünyaya gelmişti. Büyük Yunanistan, Empedokles'in çocukluğu boyunca Pers Savaşları ile uğraşmıştı. Savaş, aralarında ilk felsefe merkezlerinden Milet ve Efes'in de bulunduğu Pers hâkimiyetindeki Yunan şehirlerinde çıkan isyanlarla başlamıştı. Yunan sakinler, –modern anlamda– zalim Pers tiranlara ve fahiş Pers vergilerine karşı çıkmışlardı. İsyân başlangıçta başarısız olmuştu; Persler inatçı sömürgecileri tamamen bozguna uğratmışlar ve Tales'in memleketi Milet'i yağmalamışlardı. Fakat çılgına dönmüş İyonyalılar, Prinikos adındaki Atinalı bir şairin, Perslerin

acımasızlıklarıyla ilgili yürek burkan tasvirlerle dolu *Milet'in Düşüşü* isimli duygusal opera trajedisinin de yardımıyla, Atinalıları yardımlarına gelmeye ikna edebilmişlerdir.

Pers Savaşları on altı yıl daha sürmüştü –genç bir yetişkin olarak Empedokles'in, Perslerin bir yerlerde birilerine saldırmadıkları bir zamanı hatırlıyor olması mümkün değildi– ve Akragas, başta Pers yanlısı Kartacalılarla olmak üzere, birkaç şiddetli savaşa katılmıştı. Persler sonunda ünlü Salamis Savaşı'nda yenilgiye uğratılmışlardı. Bu öyle büyük bir zaferdi ki, eğlenceyi izleyebilmesi için bir tepenin üzerine mermer taht yerleştirilmesini emretmiş olan kendisinden aşırı emin Pers hükümdarı Serhas, donanmasının dağılmış kalıntılarını toplayıp ülkesine geri dönmek zorunda kalmıştı. Pers tehdidinin ortadan kalkması, Yunanistan'ın Altın Çağı olarak bilinen döneme zemin hazırlamıştı.

Anlaşılan Empedokles, bu çağın büyük bir bölümünü bizzat yaşamıştı. En şaşıaalı günlerinde belinde altın bir kuşak, ayağında tunç sandaletleri, başında ise defne yaprağından bir taç ve peşinde de bir sürü dalkavuk genç hizmetkârla Akragas'ın caddelelerinde dolanıp dururdu. Empedokles, önceki yaşamında et yediği için ceza olarak bir süreliğine dünyada bulunan ilahî bir varlık olduğunu ve ilahî soyunun kendisine hava olaylarını kontrol etme ve ölüleri diriltme gücünü verdiğini iddia ediyordu. Ölümüyle ilgili bir hikâye bunu doğrulamaktadır: Tanrılar tarafından cennete alınmak üzere olduğunu ilan ettikten sonra kendisini hayranlıkla izleyenlerin ona inanacakları umuduyla Etna Yanardağı'nın kraterine atlamıştı. Ne yazık ki bir gaz patlaması o özel tunç sandaletlerinden birini fırlattığında yalanı ortaya çıkmıştı. Her şeye rağmen zeki bir adamdı; maddenin temel yapısıyla ilgili görüşü, günümüz elementler teorisine bugüne kadar en çok yaklaşan görüştür.

Empedokles su, hava, ateş ve toprağın tümünün eşit ve etkileşimli roller oynadıkları dört ayaklı bir model geliştirerek, seleflerinin çelişkili *her şeyin kaynağı bir elementtir* kuramlarını tu-

tarlı bir bütüne dönüştürmüştü. Empedokles, *Tetrasomia*, yani *Dört Element Öğretisi*'nde, bu dört temel elementin gerek tek başlarına gerekse birlikte, dünyadaki bütün maddeleri açıkladıklarını iddia ediyordu. Nesnelere kâh elementleri bir araya getiren sevginin gücüyle, kâh onları ayıran düşmanlıkla, bileşen elementleri ayrılarak veya yeniden birleştirilerek değişik şekiller alırlar. Elementlerin birleşmelerindeki oranlar, her bir madde için sabit ve kesindir. Örneğin Empedokles'e göre kemik, değişmez 4:2:2 oranıyla, ateş, su ve topraktan oluşur. Kuram, temel ilkeler hakkında şaşırtıcı bir kavrayış sergilemişti: Bütün maddeler, sınırlı sayıda ve azaltılamaz elementten oluşmaktadır; bunlar belirli oranlarda bir araya getirildiklerinde var olan bütün maddeleri oluştururlar. Bu konuda Empedokles'in ne kadar övülmesi gerektiği hususunda bazı tartışmalar yaşanmaktadır; kuşkucu modern tarihçiler, Pisagorcunun matematiksel gizemciliğinin savunucusu olan Empedokles'in yalnızca, karanlıkta şans eseri bir kuş vurduğunu dile getirmişlerdir. Fakat bu en azından, yanlış gerekçelerle de olsa, doğru düşünceydi ve filozoflar daha sonra buna kapılıp gitmişlerdi.

Öyleyse Yunanlılar "element" kelimesiyle ne demek istiyorlardı? Kimilerine göre hiçbir şey. G.E.R. Lloyd, *Early Grek Science*'de şöyle diyordu: " 'Cisim', 'madde', 'simge' ve 'element' olarak tercüme edilen terimlerin hepsi felsefeyle 4. yüzyılda tanıştırmıştı; Miletlilerden herhangi bir kimsenin bunları kullanmış olması imkânsızdır." Diğer yandan, Yunanlıların iddialarının ana fikri açıktı. Doğa filozofları açıkça, maddenin ilk ve temel bileşimini sorguluyorlardı. Empedokles, sonsuz ve yok edilemez, "sayısız defa ortaya çıkan bütün ölümlü şeylerin" yegâne kaynakları olarak tanımladığı *rhizomata* –kökenler– olarak su, hava, ateş ve toprağı göstermektedir. Yunanlılar daha sonra, günümüzde kimyada elementlerin sayılarının incelenmesi olan stokiyometri biliminde varlığını sürdüren *stoicheion* terimini benimsemişlerdi. Günümüzdeki element kelimesi, güvenilir Oxford İngilizce Sözlüğü'nün

(OED) bile “kökeninin ve asıl anlamının belirsiz olduğunu” kabul ettiği, Romalıların *elementum* kelimesinden gelmektedir. Yine de, bir bağlamda *elementum* ve onun türevleri temel bir yapı taşı anlamına gelmiş olmalıydı; modern tanımında ise element, bir seri içindeki bir birimi, bir grubun bir parçasını veya Euclid’in *Geometrinin Elementleri*’ndeki gibi temel bir bileşeni gösterir.

Yunanlıların, bütün maddeleri içeren az sayıdaki temel elementler kavramı, dünyanın dört bir yanındaki kültürlerde mevcuttur. Eski Çinliler, beş elemente –ateş, su, toprak, tahta ve metal– dayanan bir evren düşüncesini benimsemişlerdi. Hintliler başlangıçta üç element –ateş, su ve toprak– hipotezini kurmuşlar, daha sonra bunlara havayı ve dumanlı eteri, yani boşluğu eklemişlerdi. Bu esas ilkeler sıklıkla, renk kümeleri, simgeler, mevsimler, gezegenler, pusula yönleri, mücevherler, kokular, vücudun organları, ahlakî erdemler ve hatta zehirler gibi temel üçlüler, dörtlüler veya beşlilerle eşleştirilmişlerdi. Örneğin Çinlilerin ateş elementi, en başından beri kırmızı renk, kendi küllerinden doğan Anka kuşu ve Mars gezegeniyle; su ise siyah, kaplumbağa ve Merkür gezegeniyle eşleştirilmişti.

Sayılarla olan tutkuları dinî bir coşkunuğa varan Pisagor ile öğrencileri sayı kümelerinden, özellikle de ilk dört sayı –bir, iki, üç ve dört– birbirleriyle toplandıklarında “kutsal” on sayısına eşit oldukları için dörtlü kümelerden büyülenmişlerdi. Dikkatli bir Pisagorcucu için dünya kuşkusuz dörtlü kümelerden oluşmuşa benziyordu. Yalnızca dört element yoktu, ayrıca dört temel şekil (piramit, küp, sekizyüzlü ve yirmiyüzlü), dört ana yeti (mantık, bilgi, düşünce ve duygu), dört toplum, dört mevsim, insan ömrünün dört çağı ve varlıkların dört parçaları vardı. Pisagorcular ayrıca, daha sonra Orta Çağ’ın üniversite eğitiminin temeli olacak olan matematiği dört bölüme –aritmetik, geometri, astronomi ve müzik– ayıran *quadrivium* kavramını yaratmışlardı.

Dört element modası, dört elementi vücudun dört ana sıvısı veya akışkan maddesi ile ilişkilendiren Hipokrat ile öğrencileri-

nin himayesi altında tıp alanına kadar taşınmıştı. Siyah safra, top-
rakla; sarı safra, ateşle; kan, havayla ve balgam, suyla ilişkilendi-
rilmişti. Bugün iyi veya kötü huylu olmak, yalnızca geçici bir iyi
veya kötü ruh hâlini gösterirken, eski çağdaki insanlar için ruh
hâlleri arasındaki görelî denge, bir ölüm kalım meselesiydi. Son
derece sağlıklı insanlar, dört elemente eşit oranlarda sahiptiler; ne
var ki denge, ruh hâllerinden herhangi birinin lehine değiştiğin-
de bunun sonucunda bitkinlik ve hastalık doğuyordu. Bunun
üzerine, hastanın yeniden dengesini bulması için olası aşırı (kötü)
huyun vücuttan temizlenmesi gerekiyordu. Bunları yapmaya
çalışan doktorlar, kan akıtma ve ölümcül durumlar için de çoğu
kez güçlü kusturucu ve müshil ilaçları gibi yöntemleri tavsiye
ediyorlardı. Bu tür uygulamalar 19. yüzyılda da devam etmişti.
Kurbanlardan biri de, ölümü vücudundan tekrar tekrar kan alıp
ona kalomel veren doktorları tarafından hızlandırılarak 1799 yı-
lında ölen George Washington'du.

Bugün kimyasal anlamda element, yalnızca tek tip atomdan
oluşan madde anlamına gelir. Yalnızca altın atomlarından oluşan
saf altın, tıpkı tek atomlu hidrojen, demir ve cıva gibi bir ele-
menttir; ancak hepsi de bayağı atom yığınları olan tereyağı, polip-
ropilen ve boya element değildir. OED'ye göre atom kelimesi, an-
tik Yunancada bölünemez veya kesilemez anlamına gelen *atomos*
kelimesinden gelmektedir. Kelime felsefi ve bilimsel bağlamda,
maddenin en küçük parçasını ifade eder: OED, ihtiyatlı biçimde
kelimeyi, "daha fazla bölünemeyecek kadar küçük bir hipotetik
yapı" olarak tanımlıyor. Bir diğer tanım ise –OED sizi daha fazla
araştırmaya sevk ediyor– Latince'dir ve "kaşla göz arasında" anla-
mına gelir; bu yüzden Orta Çağ şartlarında atom, en küçük resmi
zaman ölçüsüydü –bir atom, saniyenin 15/94'üne, 375 atom bir
dakikaya ve 22.560 atom bir saate eşitti. Ayrıca 17. yüzyılda atom

kelimesinin fiil olarak kullanıldığı bir dönem de olmuştu—örneğin bir öfke anında nesnelere atomlarına ayırana kadar parçalayabilirdiniz; bu kavram, şartlara bağlı olarak, hâlâ hatırı sayılır bir cazibeye sahiptir.

Filozof Leukippus ile kendisinden daha fazla tanınan öğrencisi Demokritos tarafından MÖ 5. yüzyılın ortalarında ortaya atılan bütün maddelerin bölünemez atomlardan oluştuğu fikri, aynı zamanda Yunanlılara ve Miletlilere aittir. Atomun ilk gerçek destekçisi olan Demokritos, MÖ yaklaşık 470 yılında, Makedonya'nın kuzeyinde, Karadeniz kıyılarında Yunan anakarasının engebeli tepelik bir bölgesi olan Trakya'daki Abdera kentinde dünyaya gelmişti. Anlaşılan Abderalılar kaba bir halktı, zira kentin Yunanlı sakinleri için Abderalı kelimesi hödük, cahil ve köylü ile eş anlamlıydı. Öğrenme tutkusuna sahip zeki bir çocuk olan Demokritos'un, sırtında bir kamburla yetişmiş olmasının nedeni de muhtemelen buydu. Diğer insanların aptallıklarına kibirlice güldüğü için yetişkinliğinde Gülen Filozof ya da Alaycı olarak tanınıyordu. Anlaşılan zorlu rakibi Sokrates onu pek sevmiyordu—muhtemelen bu, son derece farklı felsefelerinin kaçınılmaz bir sonucuydu. Demokritos'un dünya görüşü tamamen mekanistik—akılın bile atomlardan oluştuğunu iddia ediyordu; öte yandan Sokrates, doğal dünyanın işleyişleriyle pek ilgilenmiyor, rakiplerini daima alt eden ve kendisine “Atsineği” lakabını kazandıran ardı arkası kesilmeyen sorular yoluyla bireysel etiğe yoğunlaşmayı tercih ediyordu. Sokrates'in zihinsel uğraşları, sonunda ölümüne yol açmıştı: Öğrencilerinden biri vatan hainliği suçuyla mahkûm edildiğinde, Sokrates Atina gençliğini yozlaştırmakla suçlanmış, meşhur baldıran zehri kullanılarak idam cezasına çarptırılmıştı. Atomlardan yakınan ve onlar hakkında vaazlar veren Demokritos ise huzurlu biçimde uzun yıllar boyunca yaşamıştı.

Demokritos yetmişin üzerinde kitap yazmıştı, ancak bunlardan geriye neredeyse hiçbir şey kalmamıştır; buna rağmen onun kuramı—bazen düşmanca kişisel referanslar eşliğinde—kendisin-

den sonra gelenlerin eserlerinde sürdürülmüştü. Tüm bunlardan anlıyoruz ki, Demokritos'a göre evren, maddenin bütün biçimlerini oluşturmak için çarpışarak, kümelenerek ve ayrılarak boş yerleri dolduran ufacık atomlardan oluşuyordu. Üstelik farklı elementlerin atomları, fiziksel olarak da farklıydı: Örneğin, klâsik dört elementin her birinin kendine özgü dokusu ve şekli vardı. Demokritos'un sisteminde su atomları küçücük inci taneleri kadar pürüzsüz ve serin; toprak atomları çok ufak çakıl taşları gibi pürüzlü ve yumrulu; ateş atomları ise dikenli, kancalı ve acı vericiydi.

Demokritos tarafından tasarlandığı üzere, günlük değişimler hakkında akıllı gözlemlere dayanan Yunan atom felsefesi, kulağa gülünç gelen ateş atomlarına karşın, beklenmedik biçimde mantıklı ve gelişmişti. Örneğin asma ağaçları, filizlenerek yaprak, çiçek ve üzüm verir, ardından da hasat edilerek yeniden yapraksız dallara dönüştürülürdü. Bebekler beşiklerine sığmaz olurlar, sırasıyla çocuk, ergen, yetişkin olurlar ve ardından yaşlanıp ölümler, çürüyüp toz ve küle dönüşürler. Canlılar sürekli olarak doğar ve aynı şekilde sürekli yok olurlar; onları oluşturan yapı taşları da mutlaka bir yerden gelip bir yere gidiyor olmalıydı. Demokritos, bu tür bir döngünün sürekli olarak elde edilen ve kaybolan atomların, tekrar dağılıp sonunda başka bir şekle girmek üzere bir araya gelmeleriyle açıklanabileceği varsayımını kurmuştu. Bu, bilimin tarihsel süreci içerisinde nefes kesici bir zihinsel ilerleme ve bir dönüm noktasıydı. Bu varsayım, pek çok varsayımın akıbetine uğrayarak, o dönemde büyük ölçüde göz ardı edilmişti.

Ne var ki Demokritos'tan nefret eden Sokrates'in öğrencisi Platon, Atina'daki ünlü akademisinde atom felsefesinin bir biçimini okutmuştu. MÖ 427 yılında aristokrat bir Atinalı ailenin çocuğu olarak dünyaya gelen Platon, gençliğinde İkinci Peloponez Savaşı'na katılmış, ülkesine dönüşünde Sokrates'ten eğitim almış ve -akıl hocasının idam edilmesinin ardından- Mısır ve İtalya'ya da uğrayarak Akdeniz'i gezmişti. Bir rivayet, bu süre zarfında

onun korsanlar tarafından esir alınıp, fidye için tutulduğunu ileri sürmektedir. Muhtemelen bu durumla başa çıkacak kadar donanımlıydı. Geniş omuzlarına işaret eden Platon ismi aslında onun lakabıydı – anlaşılan Platon, saçları ağarmış bir aydından ziyade bir futbolcu fiziğine sahipti. Gerçek adı Aristokles'ti. Platon'un Okulu MÖ 387 yılında –muhtemelen dünyanın ilk üniversitesiydi– Atina'nın duvarlarla çevrili ve zeytin ağaçlarıyla kaplı sevimli bir banliyösünde kurulmuştu. Bölgeye, efsanevi Atinalı kahraman Akademos'un adı verilmiş, böylece o tarihten beri eğitim kurumu anlamına gelen akademi kelimesi doğmuştu. Okul, öğrencilere astronomi, biyoloji, matematik, siyaset kuramı ve felsefeden oluşan kapsamlı bir müfredat programı sunuyordu. Platon'un saf düşüncenin en zarif belirtisi olarak gördüğü matematiğe ise özel önem veriliyordu. Okulun kapılarının üzerine şu *korkutucu* cümle yazılmıştı: “Geometri bilmeyen bu kapıdan içeri giremez.”

Bu yüzden Platon'un elementler kuramı, geometrinin etkisi altındaydı. Bu durum en iyi, Platon'un yetmişlerindeyken kaleme aldığı olgunluk çağı eserlerinden biri olan MÖ yaklaşık 335 tarihli Timaeus'ta anlatılmıştır. Platon'un en iyi bilinen eserlerinin çoğu gibi Timaeus da konuşma şeklinde, bu kez Sokrates, Kritias, Hermokrates ve filozof, matematikçi, bilim adamı, ayrıca makaranın mucidi Timaeus arasındaki dört taraflı bir konuşma olarak yazılmıştır. Kitabın adının da gösterdiği gibi, kitabın merkezinde Timaeus vardır. Timaeus dört elementin, şekilleri çakıl, diken veya inciden ziyade düzgün çok yüzlü olan atomların toplamı oldukları hipotezini kurmuştu. Çok yüzlü, özdeş düzgün çokgenlerden oluşan katı bir maddedir ve bunun için beş uygun seçenek vardır: Altı tane özdeş kareden oluşan küp; dört yüzlü – eşkenar üçgenlerden oluşan dört yüzlü piramit; sekiz yüzlü (8 eşkenar üçgen); yirmi yüzlü (20 eşkenar üçgen) ve on iki yüzlü (12 beşgen). Bu çok önemli beş şekil, ağzı sıkı Pisagorcular tarafından bulunmuştu, ama bunları kâğıt üzerinde tarif etme zahmetine

Platon girdiği için, genellikle Platon'un katıları olarak bilinirler. Bunlardan, "dört maddenin en hareketsiz olanı ve şeklini en iyi koruyan" toprak, katı küp ile; dörtlünün en keskin ve en hareketlisi ateş, belirgin biçimde sivri uçlu dört yüzlü ile; ve su, hacmi nedeniyle, şişkin yirmi yüzlü ile eşleştirilmişti. Timaeus, kafa karıştıracak biçimde, geriye kalan on iki yüzlü şeklin "tüm evrendeki takımyıldızlarını işlemek için" kullanıldığını açıklıyor –bazı yorumlara göre, bunun on iki parçalı burçlar kuşağıyla ilgisi vardır–. Her bir çok yüzlünün üçgenlerden oluştuğu gösterilebildiği için, Platon, üçgenlerin yeniden düzenlenmeleriyle yürütülen matematiksel bir süreç yoluyla bir elementin bir başka elemente dönüştürülebileceğini öne sürmüştü; ne var ki bunun doğada tam olarak nasıl gerçekleştiğinin hayati ayrıntıları belirsiz kalmıştı.

Platon'un çok yüzlü evren sistemi, yaklaşık 2000 yıl sonra, 1595'te Graz Üniversitesi'nde ders verirken bu konuyla ilgili birdenbire neredeyse matematiksel vahiy alan Alman gökbilimci Johannes Kepler tarafından ele alınmıştı. Kepler –deyim yerindeyse iki tebeşir hareketi arasında– Platon'un beş katı şekli ile bilinen altı gezegenin birbirleriyle çok yakından ilgili olduklarının farkına varmıştı. "Bu muhteşem bir şey!" diye yazmıştı Kepler coşkuyula. "Bu kusursuz şekillerin hangi düzende yerleştirilmeleri gerektiği konusunda henüz kesin bir fikre sahip olmamama karşın, onları öyle bir mutlulukla düzenledim ki, yaptığımı tekrar gözden geçirdikten sonra değiştirecek hiçbir şey bulamadım." Kepler'in mutlu sisteminde gezegenler, her biri tıpkı sonu gelmeyen matruşka bebeklerde olduğu gibi, birbirinin içine geçmiş biçimde Platon'un çok yüzlü cisimlerinin şekillerini çizerek dairesel yörüngelerde dönüyorlardı. Kepler, etrafında bir tane iki yüzlü çizdiği dünyanın yörüngesiyle ("bütün varlıkların ölçüsü") işe başladı. On iki yüzlünün köşelerini tam olarak çevreleyen dairenin Mars'ın yörüngesine tekabül ettiğini açıklıyordu. Bu da, köşeleri Jüpiter'in yörüngesini belirleyen bir dört yüzlü ile çevrelenmişti; bunun etrafına ise Satürn'ün yörüngesini oluşturan büyük bir

küp yerleştirilmişti. Kepler, dünyanın on iki yüzünün içine, Venüs'ün yörüngesini çizen bir yirmi yüzlü yerleştirdi; ve onun içine de bir sekiz yüzlü; Merkür'ün yörüngesinin haritasını çıkarıyordu.

Kepler, din değiştirmiş birinin coşkusu içerisinde, birbirinin içine geçmiş ve geometrik şekillerle çevrelenmiş yedi çanak şeklinde –her çanak bir gezegenin yörüngesini temsil ederek– inşa edilmiş devasa bir mekanik kadeh biçiminde kendi geliştirdiği Platoncu güneş sisteminin modelini oluşturmaya yönelik büyük bir projeye koyuldu. Kadehin, gizlenmiş borular aracılığıyla, astronomik olarak uygun bir dizi içecek vermesi tasarlanmıştı; Güneş'ten ispirto, Ay'dan su, Merkür'den konyak, Venüs'ten bal likörü, Mars'tan vermut ve Jüpiter'den beyaz şarap. Kötü astrolojik çağrışımları olan Satürn, bozuk bira verecekti. Kepler, Wurttemberg Dükü Frederick için kadehin gümüş biçimini yapmayı teklif ettiği bir mektup yazmıştı: “Yüce Tanrımız geçen yaz bana, uzun çalışma ve gayretlerimin ardından, astronomi alanında büyük bir icadı bahşetti; tüm çalışma ve bunun sunumu, bir arşın (1.1 metre) çapındaki bir kadehle uygun ve zarif biçimde gösterilebilmektedir. Bu çalışma, daha sonra, dünyanın ve yaratılış modelinin, insan aklının bugüne kadar kavrayabildiğinin ötesinde doğru ve gerçek bir benzeri olacaktır.” Pahalı hediyeler sunularak yapılan mali taleplere alışkın olan Dük, şöyle bir cevap yazdı: “Önce bakırdan bir model yapsın.” Tabii ki kaynak yetersizliği nedeniyle kadeh asla tamamlanamadı. Modelin ayrıntılı bir çizimi ve tasviri, Kepler'in mezun olduğu Tübingen Üniversitesi'nin bütün öğretim üyelerinin karşı çıkmalarına rağmen 1596 yılında yayınlanan, Kepler'in kendi ilahî geometrik evreninin açıklamasını sunduğu *Mysterium cosmographicum*'da (Kozmik Gizem) sunuldu.

Kepler sonunda, gözlemsel verilere uyma avantajına sahip eliptik gezegen yörüngeleri için ayrıntılı çok yüzlü evren çalışmasından vazgeçti, böylece ünlü Gezegenlerin Hareketi Kanunu'nu

oluşturdu. “Ah, ben ne aptal bir adammışım,” diye yazmıştı 1609 yılında. Platon asla bu kadarını itiraf etmemişti ve çok yüzlü elementler kuramı, ölümünden yaklaşık 900 yıl sonra, Akademi’nin kapıları sonunda Hıristiyan İmparator Jüstiniyen’in emriyle kapatıldığı MÖ 529 yılında muhtemelen hâlâ öğretiliyordu. Avrupa’nın, Karanlık Çağlar olarak bilinen kasvetli dönemini başlatan tarih olarak çoğunlukla bu olay kabul edilir.

Platon’un öne sürdüğü dört element modeli, Platon’un en meşhur öğrencisi Aristo’ya (MÖ 384 – 382) geçmişti. Aristo, Akademi’ye on yedi yaşındayken Makedonya’dan gelmişti. Belirgin bir pelteklilikle konuştuğu söylenen ve zihinsel dehasının çok geçmeden ona “okulun en zekisi” unvanını kazandırdığı çelimsiz bir genç adamdı. Aristo sonunda klasik Yunan dörtlüsüne, gökyüzünü yarattığı varsayılan ele geçmez ve kaynağı belirsiz beşinci maddeyi ekledi. Buna ilk başta eter adını verdi, böylece günümüzde diğer dünyayla ilgili şeyler için kullanılan *ethereal* (sema-vi) kelimesi doğmuş oldu. Daha sonra filozoflar buna *quintessence** –beşinci element– adını verdiler. Bu kelime bugün hâlâ bir maddenin en temel özelliği veya belirli bir niteliğin en saf hâlini ifade etmek için kullanılmaktadır. Semavi beşinci element, dünyevi dört elementten büyük ölçüde farklıydı; Aristo’nun dediğine göre, içinde Ay, Güneş, gezegenler ve yıldızları farklı biçimlerde taşıyan çeşitli eş merkezli kristalimsi küreler vardır. Bu hoş fikir –Pisagor’dan kalmıştı– astronominin ilerleyişini yüzyıllarca engelleyecekti, ancak bunun karşılığında bizlere, kürelerin dünyanın çevresinde ahenk içerisinde dönerken çıkardıkları varsayılan yüce melodileri işaret eden, bazı çağrışımları olan “kürelerin müziği” ifadesini bırakmıştı.

Aristo’nun sistemindeki geri kalan dört element ise kendilerini eş merkezli tabakalara yerleştirdikleri dünyaya mahsustu: İlk element olan toprak, sağlam biçimde merkezde yer alıyordu; onu

* Öz. (Çev.)

su çevreliyor, hava ise suyu kuşatıyor ve bu dörtlünün en değişkeni olan ateş, semavi eterden bir önceki tabaka olan en dıştaki katmanda yer alıyordu. Fazladan bir kat olarak her elemente sıcak, soğuk, yaş ve kurunun ortak nitelikleri verilmişti; bu nitelikler arasındaki yer değiştirmelerin bir elementin bir diğer elemente dönüşmesine imkân sağladığı varsayılıyordu. Örneğin, sıcak ve nemli olan hava soğutulularak, soğuk ve ıslak olan suya dönüştürülebiliyordu; bunun karşılığında su kurutularak, soğuk ve kuru toprağa dönüştürülebiliyordu. Bir elementin kolaylıkla bir başka elemente dönüştürülebileceği fikri, sonraki yüzyıllarda sayısız soruna yol açacaktı, tıpkı Aristo'dan faydalanan Orta Çağ simyacılarının kurşunu altına dönüştürmeye çalışmış olmaları gibi.

Aristo'nun elementler kavramı, sonraki 2000 yıl boyunca Batı bilimi üzerinde hâkimiyet kuracaktı. Bunun nedeni de büyük ihtimalle, MÖ 2. yüzyılda, kitaplarının yaklaşık elli cildinin bilinçli olarak gömülmüş olmasıydı. Metinler, iki yüz yıl sonra, General Lucius Cornelius Sulla'nın komutası altında siper kazan Romalı askerler tarafından meydana çıkarılmıştı; general, kuşatma araçları yapmak için Akademi'nin kutsal zeytin ağaçlarını kesip, Atinalıları yerlerinden etmiş ve Yunanistan'ı boyunduruğu altına alma sürecini tamamladıktan sonra kitapları Roma'ya götürmüştü. Roma'da bir yandan Roma İmparatorluğu'nun kontrolünü elinde tutmak ve korkunç boyutlara varan katliamlarda binlerce siyasi rakibini idam etmekle meşgulken, diğer yandan da kitapları muhafaza ettirip, çoğalttırmış ve dağıttırmıştı. Roma'nın barbar Vizigotların eline düşmesinin ardından Batı Avrupa bu kitapları tekrar kaybetmiş oldu, ama kitapların zarar görmemiş biçimde 11. ve 12. yüzyıllarda tekrar gün ışığına çıkan Arapça tercümeleleri varlıklarını sürdürmüşlerdi.

Aristo'nun verimliliğinin boyutu –geriye kalan eserlerinin, toplam sayının ancak üçte birine tekabül ettiği söylenmektedir– Orta Çağ bilginlerini hayrete düşürmüştü. Aristo, yalnızca bu sayıya erişmiş olmakla, o tarihe kadar Batı'nın bilimsel düşünme haya-

tında eşine rastlanmamış neredeyse her şeye kadir bir otorite konuma gelmişti. *Aristotle dixit* (Çünkü Aristo öyle demiş) Orta Çağ boyunca tartışmalarda en büyük kozdu; benzer şekilde, “Aristo öyle dememiş” ifadesi de karşı tarafın tezini çürütmek için kullanılırdı. Aristo ne yazık ki, aralarında kadınların zihinsel kapasiteleri (“dişilerde düşünme yetisi yoktur”), köleliğin berbatlığı (“doğal bir kurum”) ve atomun varlığının da olduğu çok sayıda şeyi reddetmişti.

16. yüzyılın başlarında Raphael tarafından yapılmış *Atina Okulu* isimli tablo, ünlü Akademi’yi, Platon ve Aristo’nun ortada durduğu geniş ve kalabalık bir pasaj olarak gösteriyor. Yüz hatları Leonardo da Vinci’ninkilere benzeyen Platon, üzerine kırmızı bir kumaş örtmüş, elinde *Timaeus*’un bir nüshasını tutuyor; maviler içindeki Aristo ise elindeki *Nichomachean Ethics* (Nikomakos Etiği) adlı eseri sallıyor. Aralarında Pisagor, Empedokles, Sokrates, Batlamyus ve morlar içindeki asık suratlı Heraklitos’un da olduğu bir düzine ünlü filozof da onların etrafında toplanmıştı. Tablodaki kişilerin kimlikleri hakkında bazı tartışmalar vardır—örneğin, başında kulaklı bir kasket olan sakallı bilgenin ya Yunanlı coğrafyacı Strabo ya da Pers Zerdüşt olduğu söylenmektedir—ancak birçok eleştirmen, antik dünyada atomun başlıca savunucusu Demokritos’un kesinlikle orada olmadığı konusunda hemfikirdir. Atina Okulu’nun mirası olarak, atom karşıtı Aristo’nun dediği oluyordu; atom kelimesinin İngilizcede ilk kez ancak 1678 yılında geçmesinin nedeni muhtemelen onun uzun süreli ve baskın etkisinin bir sonucuydu. Bu kelimenin hemen ardından da “sahte” sıfatı ortaya çıkmıştı.

Avrupa’nın Karanlık Çağlarının entelektüel gerilemesi, o dönemde bilimin gün geçtikçe geliştiği Orta Doğu’ya kadar yayılmamıştı. Antik dört element kavramı, Arap simyacıların arasında ya-

vaş yavaş gelişmeye başlamıştı. Bu ilk Arap araştırmacılarından en tanınanı, Batı'da El Cebir olarak bilinen Ebu Abdullah Muhammed bin Musa El-Harezmi'ydi –isminin yazılışı ve telaffuzu, Latin tercümanının tahminine kalmıştır–. El Cebir yaklaşık 760 yılında doğmuş ve ömrünün büyük bir kısmını, güzeller güzeli Şehrazat'ın 1001 gece masallarını anlattığı zengin ve açıkgözlü hükümdar olan neredeyse efsanevi Halife Harun Reşid'in görkemli saltanatı döneminde, Bağdat'ta geçirmişti. El Cebir'in zamanındaki Bağdat yeniydi. Şehir, tıpkı Brezilya'nın başkenti Brazil ve Washington D.C. gibi sıfırdan inşa edilmişti, ama tamamlandıktan sonra diğerlerine göre çok daha egzotik bir yer olmuştu: Gül bahçeleri, baharat kokan pazarlar, parlak minareli çok yüksek camiler; altın, gümüş, ipek ve sırmalı kumaşlarla döşenmiş devasa saraylarla dolu üç tarafı duvarlarla çevrili çok geniş bir metropol. Sonraki yüzyılda kenti hayretler içinde ziyaret eden bir kişi, üzerinde altın kayıkların yüzdüğü cıva dolu bir gölet, üzerine değerli taşlarla süslenmiş mekanik kuşların tünemiş olduğu altın ve gümüşten yapılmış bir ağaç ve her birinin özel bakıcısı olan yüz aslandan oluşan bir hayvanat bahçesini anlatıyordu.

Dokuzuncu yüzyıl itibariyle Bağdat, dünyada bilinen en zengin şehir, aynı zamanda ünlü bir eğitim ve sanat merkezi hâline gelmişti; şehir 1258 yılında Moğolların eline geçtiğinde, yağmalanan kütüphanelerden Dicle Nehri'ne o kadar çok kitap atılmıştı ki, mürekkep nedeniyle nehir bir süre siyah akıyordu. Suya atılan bu el yazmalarının arasında kuşkusuz El Cebir'in çok sayıdaki simya tezleri de vardı. Meslek yaşamının zirvesinde derlediği ve yalın biçimde *Mukabele* adını verdiği başyapıtı, onun başlıca kimyasal deneylerinin açıklamalarını içeriyordu. Bu deneyler, hünerli bir teknisyen olan El Cebir'in, basit kimyasal tepkimelerin ardındaki süreçleri kavramasına ramak kaldığını gösteriyordu. Kitapta ayrıca El Cebir'in elementler kuramının bir açıklaması da yer alıyordu. Cebir, bütün metallerin, iki elementin –kükürt ve cıva– değişen oranlarda bileşiminden oluştuğunu yazıyordu. Bu

sayede bütün metaller –örneğin kurşun– bileşenleri olan kükürt ve cıvaya ayrılabilir, bunlar da bir başka metal –mesela altın– oluşturmak üzere farklı bir oranda yeniden birleştirilebilir. Etkili yeniden birleştirme sürecinin bir katalizöre ihtiyacı vardı. El Cebir, katalizör olarak *al-iksiri*, yani iksiri göstermişti. Bulunması zor olan bu gizemli maddeyi arayacak olan gelecek nesillerdeki simyacılar, bu maddeyi asla bulamayarak hüsrana uğrayacaklardı.

Kükürt-cıva kuramı, sonraki yüzyılda Pers doktor Ebubekir El Razi –Latince Rhazes– tarafından, başyapıtı El Havi’de (Bütün Bilgiler) genişletilmişti. El Razi, saplantılı biçimde her şeyi listeliyordu; kitabı esasen laboratuvar aygıtları (deney şişeleri, balonlar, ufak şişeler, kaplar, mangallar, kıskaçlar, ıspatulalar, çekiçler, kum tekneleri, benmariler, imbikler, su kapları, kristalleştirme kapları, havanlar ve havan tokmakları), laboratuvar teknikleri, formüller ve kimyasal maddelerin özenle yazılmış listelerinden ibaret çok büyük bir koleksiyonu. Kimyasal maddeler, tat ve çözünebilirlik gibi özelliklere göre metaller, sülfürik asitler, boraks, tuz ve taşlar olarak değişik biçimlerde sınıflandırılıyordu. Bu, modern bileşenler ve elementler kuramlarına yönelik ilk deneysel ilerlemeydi. El Razi, El Cebir’in iki temel elementine tuzu ekledi: Tüm katı maddelerinin sırasıyla tutuşma özelliği, uçuculuk ve özü veren kükürt, cıva ve tuzun farklı bileşimlerinden oluştuğu kuramını öne sürmüştü.

Yunanlıların dört elementi ile Arapların üç elementi; 16. yüzyılın başında İsviçreli simyacı Paracelsus tarafından, –Empedokles’in, felsefi seleflerinin tek element kuramlarını dört parçalı toprak, hava, ateş ve su öğretisi şeklinde birleştirmesindeki benzer bir uyum içerisinde– yaratıcı biçimde birbirleriyle karıştırılmışlardı. Paracelsus, 1493 yılında Einsiedeln, İsviçre’de dünyaya geldi ve bilim tarihindeki en şaşılahtı isimle vaftiz edildi: Philippus Aureolus Theophrastus Bombast von Hohenheim. Anlatılanlara göre Paracelsus’un tanımlayıcı özelliği olan ve palavra anlamına gelen *bombast* kelimesi, onun orta isminden gelmektedir. Bu, sırf

o dönemde kuramları akademik çevrelerde büyük bir popüleriteye sahip Romalı fizikçi Celsus'a üstünlük sağlamak için 1520'lerde hiç utanmadan edindiği Paracelsus, yani "Celsus'tan daha iyi" ismiyle örneklenmişti. Geçmişin modalarına, inançlarına ve uygulamalarına duyduğu nefreti göstermek için eserlerini herkesin gözünün önünde ve çarpıcı biçimde (bir avuç dolusu patlayıcı kükürt ve güherçile ile pirinç tava içerisinde) yaktığı ünlü 2. yüzyıl Yunan fizikçisi Paragalen'in adını da aynı kolaylıkla seçebiliyordu. Paracelsus her ne kadar İtalya'daki Ferrara Üniversitesi'nde tıp okuduğunu iddia etmiş olsa da –ki üniversitede böyle bir kayıt yoktur– anlaşılın Avrupa'da üniversiteden üniversiteye geçerek parça parça eğitim almıştı. Ne var ki Basel'de –yukarıda bahsedilen kitap yakma olayının geçtiği yer– kent doktoru olacak kadar inandırıcı olmuş ve ondan son derece etkilenen halk, hayranlık içerisinde, ona "Bütün Bilgilerin Kralı" ismini vermişti. Öğrencileri ona tapıyordu; ondan nefret edenler ise onun ayakta kımıyla düşüp kalktığını ve bir domuz gibi yaşadığını söylüyorlardı. Onu en iyi tanıyabilecek konumda olan sabırlı sekreteri Oporinus, ikinci görüşten yanaydı ve şöyle yazmıştı: "Çoğu kez eve gece yarısından sonra çakırkeyif hâlde gelir, bir cellattan aldığını söylediği kılıcıyla birlikte elbiselerini çıkarmadan kendisini yatağa atardı."

Paracelsus kavga etmediği, içki içmediği veya kurumlara hakaret etmediği zamanlarda kimyasal araştırmayla ilgileniyordu. Mutsuz kobayı olarak çalışan Oporinus şöyle diyordu: "Mutfağında sürekli ateş yanardı; alkali, sülfürik asit, arsenik yağı, safran veya Tanrı bilir hangi karışım. Bir keresinde beni neredeyse öldürüyordu. İmbiğindeki ispirtoya bakmamı söyleyip beni iterek burnumu imbiğe o kadar yaklaştırdı ki, duman ağzıma ve burnuma kaçtı. Keskin buhar beni bayılttı." Paracelsus bu tür deneylerden yola çıkarak, Yunanlıların dört elementlerinin aslında bütün maddelerin temel bileşenleri olmasına karşın, toprak, hava, ateş ve suyun da Arapların "esaslari" cıva, kükürt ve tuzdan oluştuğu-

nu saptamıştı. Dört element kuramının yaygın biçimde kullanılan modern bir açıklaması, yandıktan sonra farklı biçimlerde, yani duman (hava), alev (ateş), çubuğun kesik uçlarından çıkan öz (su) ve kül (toprak) olarak ortaya çıkan dört temel bileşenine ayrılan “yeşil çubuk”tan bahsediyordu. Paracelsus’a göre uçucu duman, cıva; alevler, kükürt; kül ise tuzdu. Cıva aynı zamanda suyun ana ögesi olarak görülüyor ve birleştirici bir unsur olarak görev yaptığına inanılıyordu. Paracelsus, cıvadan yapılmış olan suyun, nesnelere bir arada durmalarının nedeni olduğunu iddia ediyordu.

Paracelsus, 1541 yılında bir meyhanede ölmüştü – her ne kadar bazı kaynaklar bunun suikastçıların bir saldırısı olduğunu iddia etse de, muhtemelen düşerek ölmüştü–. Paracelsus’un yenilikçi tıp kuramlarından bazıları sonunda kanıtlanmıştı: Örneğin, akli rahatsızlıkların kötü ruhun bir sonucu değil de esasen psikolojik olduğunu savunmuştu; hastalıkların belirli nedenleri olduğu ve bu yüzden bunların belirli hastalıklara yönelik ilaçlarla iyileştirilmeleri gerektiği düşüncesiyle, modern eczacılık biliminin tohumlarını atmıştı.

Robert Boyle, 1658 yılında dikkatli bir biçimde şöyle diyordu: “Ateş, yeşil çubuğu elementlerine değil, başka şekillere girmiş karışık yapılar olarak ayırır...” Boyle, son derece zengin Cork Kontu’nun on dördüncü çocuğu ve yedinci oğlu olarak 1627 yılında Lismore Kalesi’nde dünyaya gelmiş olan İrlandalı bir asilzadedeydi. Anlatılanlara göre, sekiz yaşında Yunanca ve Latinceyi, on iki yaşında ise Fransızca’yı akıcı biçimde konuşabilen çok zeki bir çocuktur. On dört yaşındayken özel hocasıyla birlikte Floransa’da yaşarken İtalyanca öğreniyor ve Galileo’nun eserlerini inceliyordu; yirmili yaşlarının başlarına geldiğinde artık İngiltere’ye yerleşip bir laboratuvar kurmuş, üretken bir bilimsel araştırma yaşamına koyulmuştu. En çok bilinen eseri, 1661 yılında yayınlanmış olan *The Sceptical Chymist (Kuşkucu Kimyacı)*’ti.

Dindar, çekingen ve biraz da *oyunbozan* olan Boyle, kişilik olarak Paracelsus’un tam tersiydi – yaşlılarından biri, “onda eğ-

lence veya ciddiyetsizlik namına hiçbir şey yoktu,” diyordu. Boyle, gençliğinde İtalya’da “hocasının eşliğinde ünlü genelevlere” gitmiş olduğunu itiraf ediyordu; ne var ki oradan “kusursuz bakkir” olarak çıkmıştı. Boyle’un bu özelliğinin, muhtemelen, öğreniyken Cenevre’de tanık olduğu bir fırtınayla alakası vardı; bu fırtına öyle korkunç boyutlara ulaşmıştı ki, fırtınanın ortasında dini bir aydınlanma yaşamıştı. Ondan sonra Boyle, biraz sinirli de olsa, coşkulu bir Hıristiyan olmuştu. Muhtemelen dünyanın en iyi kimyacısıydı; çoğu kez, bir elementin ayırt edilebilir ilk modern tanımını yapan kişi olarak kabul edilir.

Bu çok önemli tanım, geleneksel simyanın kapsamlı ve büyük bir eleştirisi olan *Kuşkucu Kimyacı*’nın dördüncü bölümünde yer alıyordu. Bu kitapta bilimsel tartışmalar, Carneades (septik bir kimyacı), Themistius (Aristocu), Philoponus (Paracelsuscu) ve Eleutherius (kararsız) arasındaki dört taraflı tartışma olarak toplanmıştı. Boyle’un yakın arkadaşı septik Carneades, hem Aristocu dört element, hem de Paracelsuscu üç ilke kuramlarını suya düşürmüştü ve sonunda da zırvalayan Eleutherius’u saf dışı bırakarak bu tartışmadan galip çıkmıştı. Carneades/Boyle, elementlerin “mutlak ilk ve yalın veya kusursuz biçimde birbirleriyle karışmayan yapılar” olduklarını açıklıyor; başka varlıklardan ya da birbirlerinden meydana gelen elementler, sözü geçen kusursuzca karışmış yapıların anında birleştikleri ve sonunda içinde çözüldükleri maddeler değildir. Elementler, bir diğer deyişle, daha küçük maddelere ayrılamayan maddelerdir. Boyle, çokça tartışılan “yeşil çubuk” kuramının kesinlikle elementleri kapsamadığını yazıyordu: Örneğin, yalın hava olmaktan çok öte durumdaki duman, “ardında toprak” bırakan yağ çıkaracak biçimde damıtılabilir, bu yağdan da tuz elde edilebilirdi. Üstelik bütün maddeler, geleneksel olarak varsayıldığı üzere, düzgün biçimde temel dört elemente indirgenemiyordu. Örneğin altın, görünüşe göre tamamen altından oluşuyordu; öte yandan “kan”, yapılan analize göre, yalnızca dört değil, düzinelerce bileşene sahipti. Kimya çevre-

lerinde Yunanlıların dört elementlerinin çağı sona ermişti; sonraki 300 yıl boyunca bunların sayıları durmadan artacaktı.

1789 yılında Antoine Lavoisier, *Kimya Bilimine Giriş* adlı eserinde gazlar, metallere, ametaller ve katılar olarak farklı biçimde sınıflandırdığı bilinen kimyasal elementlerin bir listesini yayınladı. Toplamda, her biri Carneades ve Boyle için anlam ifade eden bir element tanımına uyan, ama Lavoisier'in ihtiyatla ele aldığı otuz üç element vardı: "...Varlıkların elementleri veya temel taşları terimleriyle; analizle varılan son nokta düşüncesini, hiçbir şekilde ayırtıramamış olduğumuz bütün maddelerin bizim için element olduğunu, bizim basit olarak değerlendirdiğimiz bu yapıların iki ya da daha fazla parçacıktan oluşmadığını, fakat bu temel taşlar ayrılamadığı, aslında daha çok bizim onları ayıracak hiçbir yöntemimiz olmadığı için, bunların bize göre basit maddeler olduklarını; deney ve gözlem kanıtlayana kadar onları bileşik varsaymamamız gerektiğini ifade ediyoruz."

Otuz üç elementten sekiz tanesinin ayrıştırılabilir bileşenler oldukları daha sonra anlaşıldı ve iki veya daha fazla elementten oluşarlardan –ki bunların arasında kireç, çakmaktaşı ve magnezyum da vardı– iki tanesinin –ısı ve ışık– hiçbir şekilde element olmadıkları ortaya çıktı. (Lavoisier, alışılmadık bir belirsizlik anında, bunların her ikisini de "ağırlığı olmayan akışkanlar" olarak listelemişti.) Geriye kalan yirmi üç elementten on tanesi, eski çağlardan beri biliniyordu: Sekiz metal (altın, gümüş, bakır, demir, cıva, kalay, kurşun ve antimon), kükürt ve karbon (Lavoisier'in listesinde "kömür"). Çinko ve arsenik 13. yüzyıl, bizmut ve fosfor ise 16. yüzyıldan beri biliniyordu. Güney Amerika'nın 2000 yıl öncesine uzanan gömü alanlarında platinden yapılmış aletlerin olduğu ve söylendiğine göre, Panama'daki bir kumsalda bu aletlerden birkaçını toplamış olan Don Antonio Ulloa tarafından 18. yüzyılın

başlarında platinin resmen element olarak tanımlandığı düşünülmektedir. Lavoisier'in listesinde, küçük gümüş anlamına gelen İspanyolca adı *platina* olarak yer alır. Mavi kobalt, 1735 yılında İsveçli kimyacı Georg Brandt tarafından müthiş bir şekilde ham bakırdan ayrıştırılmıştı; bu isim, Almancada cin veya kötü ruh anlamındaki *kobold* kelimesinden gelmektedir; çünkü madenciler çoğu kez bu maddeyle birlikte zehirli arsenik de buluyorlardı. Umut verici bakır benzeri görünüşüne karşın ondan bir parça bile bakır çıkaramayan hayal kırıklığına uğramış madenciler tarafından kızıl kahverengi cevheri nedeniyle verilen *kupfernickel* –şeytanın veya iblisin bakırı– isminden türeyen nikelin de benzer şeytani çağrışımları vardır. Manganez ve molibdenum, sırasıyla 1771 ve 1781 yıllarında İsveç'te ilk kez element olarak ayrıştırılmış ve tanımlanmıştı; bu iki madde daha önce katışık halde biliniyordu. Manganezin bileşenleri –cam üreticileri tarafından kristali saydamlaştırmak amacıyla kullanılan siyah tozlar biçiminde– eski Roma döneminden beri biliniyordu; daha çok grafitte benzeyen molibdenum madeni ise –molibdenum sülfür veya molibdenit– Lavoisier'in zamanında kurşun kalem yapımında kullanılıyordu.

Lavoisier'in belirttiği üç gazdan biri olan hidrojen, 1766 yılında tuhaf, fakat son derece zeki Henry Cavendish tarafından keşfedilmişti. Baş döndürücü bir servete sahip ve hastalık boyutunda utangaç olan Cavendish'in öyle bir kadın korkusu vardı ki, evindeki kâhya kadınla iletişiminin tek yolu, holdeki masasına bıraktığı notlardı. Erkeklerle iletişim konusunda biraz daha iyiydi ve tiz sesiyle birkaç kelime söylemeyi başardığında, karşındakilerin yüzüne bakmamalarını istiyordu. Portresinin çizilmesine karşı çıkıyordu; onun nasıl birine benzediği konusundaki en iyi tahminimiz, söylendiğine göre onun bilgisi olmadan İngiliz Kraliyet Akademisi'nin bir akşam yemeğinde, üzerinde mor renkli buruşuk bir takımla ressama sırtı dönük olarak çizilmiş bir eskiye dayanmaktadır. Tüm bunlara rağmen bilimsel başarıları etkileyiciydi ve Cavendish, hidrojenin keşfini çok değerli bir olay ola-

rak görüyordu. Bu keşif, onu halkın arasına girmeye –pek nadiren yaptığı bir şeydi– teşvik etmişti. Bu konuyla ilgili “Yapay Havalarda” başlıklı bir bildiri yayınlamıştı.

Nitrojen, Cavendish ve Joseph Priestly tarafından incelenmiş olsa da, 1772 yılında bu konuda doktora tezini yazmış 22 yaşındaki ihtisas öğrencisi İskoç Daniel Rutherford tarafından resmen tanımlanmıştı. Nitrojen Lavoisier’in listesinde, cansız anlamına gelen “azot” olarak yer almaktadır. Oksijen, 1772 ile 1775 yılları arasında en az üç kere keşfedildi. Bu keşifler İsveçli Carl Wilhelm Scheele, Priestley ve Lavoisier tarafından yapıldı. Her hâlükârda ona “oksijen” veya “asit oluşturan” adını Lavoisier vermişti, çünkü o, oksijenin bütün asitlerin temel bileşeni olduğuna inanıyordu. Bu isim ilk başlarda, Priestley’i destekleyen İngilizler (bunlar vatansever bir şekilde Priestley’in “yanıcı özelliğinden arındırılmış hava” terimini destekliyorlardı) tarafından pek beğenilmedi, ama evrim teorisinin sahibi Charles Darwin’in büyükbabası Erasmus Darwin, *The Botanic Garden*’da (1791) oksijen hakkında coşkulu bir övgü yazdıktan sonra bu isim nihayet benimsendi. Lavoisier’in elementlerinden en yenisi tungsten (volfram), 1783 yılında İspanyol Juan Jose ve Fausto Elhuyar kardeşler tarafından keşfedilmişti. İsveç dilinde “ağır taş” anlamına gelen tungsten, Juan Jose’nin seçtiği isimdi ve İngiltere ile Lavoisier’in memleketi Fransa’da da beğenilmişti. Fausto ise bu maddenin kalayın randımanlı biçimde eritilmesini engellediğini fark eden Alman kalay madencilerinin koydukları kötüleyici isim volframı –kurt pisliği– tercih ediyordu. Almanya, İspanya ve İtalya’da Elhuyar kardeşlerin elementi bugün hâlâ volfram olarak bilinmektedir; Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği (IUPAC), adil biçimde iki ismi de kabul etmektedir.

Lavoisier’in listesi, şaşırtıcı ölçüde doğru ve günceldi. O dönemde bilinen elementlerden yalnızca klor (1774), krom (1780) ve tellürü (1783) atlamıştı; her ikisinin de listenin yayınlandığı 1789 yılında keşfedilen uranyum ile zirkonyumu listeye dâhil etmesi pek beklenemezdi. John Dalton’un, *Yeni Kimya Felsefesi*

Sistemi adlı kitabında atomlar ile elementler arasındaki ilişkiyi ayrıntılarıyla açıkladığı 1808 yılına kadar, kimyacılar on sekiz element daha keşfetmişlerdi.

Bir dokumacının oğlu olan Dalton, 1766 yılında Cumberland'ın küçük bir köyü Eaglesfiel'da bir Quaker ailesinin çocuğu olarak dünyaya gelmiş, İngiltere'nin Göller Bölgesi'nde yetişmişti –dağlar, göller ve şelalelerle dolu nefis bir çevreye sahip bu bölge, William Wordsworth ve Beatrix Potter'ı büyülemişti–. Orada on iki yaşındayken bölge okulunda öğretmenlik yapıyordu. Hayatının geri kalan dönemi boyunca diğer uğraşlarının yanında bu mesleği de bir şekilde sürdürecekti. Orada ayrıca önce meteoroloji –sonunda toplamda yaklaşık 200.000 ayrı gözleme dayanan 57 yıllık günlük hava durumu verilerinin kaydını toplamıştı– ve ardında da kimyayla olmak üzere ilk kez bilimle tanıştı. Kuzey ışığını yüzeysel ve yetersiz biçimde tanımlamış ve 18. yüzyıl deneysel kimyasının kalorimetrik deneyleri ile temel taşlarından yeterince faydalanamamış olmasıyla kanıtlandığı üzere, her iki alanda da renk körlüğünün sıkıntılarını çekmişti. Ne var ki bu durumunu kendi lehine çevirerek, 1794 yılında “*Renklerin Görülmesine İlişkin Olağandışı Olgular*” adlı ilk bilimsel makalesini yayınlayacaktı. Renk körlüğü daha sonra genellikle “daltonizm” olarak bilinir olmuştu.

Dalton'un elementler kuramına katkısı; Yunan felsefesi, analitik kimya ve basit matematiğin yaratıcı bir karışımıydı. Dalton, elementlerin yok edilemez ufacık parçacıklardan oluştuklarını ve her bir elementin de farklı ve özel türde bir parçacıktan meydana geldiğini açıklıyordu. Bu parçacıklara, Demokritos'un iki bin yıl önce ifade ettiği atom adını vermişti. Dalton ayrıca, bu atomların belirli orantılarda birleştirilmeleri durumunda kimyasal bileşenlerin oluştuğunu ifade ediyordu –bu düşünce Empedokles'e kadar uzanıyordu. Bu orantılar –bileşenlerin ufacık parçacıklardan oluştukları

düşünülürse– daima basit tamsayı oranlarıydı: Örneğin, 4’e 1 veya 3’e 4 şeklinde; ancak bir atomun bölünmesi anlamına gelecek –ki bu mümkün değildir– 4.2’ye 1 oranı asla olmaz. Dalton daha sonra, en hafif element olan hidrojenden başlayarak, elementlerin izafi atom ağırlıklarını hesaplamaya koyuldu. William Brock, bu çalışmaya *The Norton History of Chemistry*’de, “atomlar kuramı ile somut gerçekliğin tarihte ilk kez birleştiği kimyasal ölçüm hesabı” diyordu. 1810 yılı itibariyle Dalton, aralarında oksijen, azot, karbon, fosfor, kükürt, bakır ve demirin de olduğu yirmi farklı elementin atom ağırlığını hesaplamıştı. Görünmeyen atom, sonunda hacme, anlama ve bir kimliğe kavuşmuştu.

Dalton, atomlarını kâğıt üzerinde göstermek amacıyla anlamlı ilk kimyasal gösterim sistemini geliştirdi: Her tip atom, içinde “bir nevi ayırt edici işaret” olan dairelerle ifade ediliyordu. Örneğin hidrojen, ortasında bir nokta bulunan daire; oksijen boş daire; karbon içi siyah renkle kaplı daire; kükürt, artı işaretiyle dörde bölünmüş daire ve bakır, tıpkı günümüzdeki telif hakkı işareti gibi, ortasında küçük bir c harfi olan daire ile ifade ediliyordu. Ne var ki sonunda daire sisteminin kullanışlı olmaktan öte artistik olduğu anlaşıldı ve kimya çevreleri bunun yerine, İsveçli kimyager Jons Jacob Berzelius’un bugün hâlâ kullanımda olan daha az çekici, fakat çok daha etkili yöntemini seçtiler. Berzelius’un yöntemi, her bir elementin Latince isminin ilk harfiyle ifade edildiği bir kısaltmalar sistemiydi – aynı baş harfe sahip elementler olduğunda ilk iki harf kullanılıyordu; tıpkı kalsiyum (Ca), kobalt (Co) ve klor (Cl) gibi. Latince şartı, modern kimya sembollerindeki sözde uyumsuzlukların nedenini açıklamaktadır: Örneğin, altının simgesi Au, muhtemelen Latince altın anlamındaki *aurum*; demirin simgesi Fe, Latince *ferrum* ve gümüşün simgesi Ag, Latince *argentum* kelimelerinden gelmektedir. Yan yana dizilen kısaltılmış harf simgeleri, çok geçmeden kimyasal bileşimler yapısını ortaya çıkardı –tıpkı sodyum klorür, yani sofrata tuzu NaCl gibi– ve H₂O (iki hidrojen, bir oksijen) veya H₂SO₄ (iki hidrojen,

bir kükürt, dört oksijen) örneklerinde olduğu gibi, etkileşim içerisindeki atomların sayılarını belirtmek için alt simgeler eklenebiliyordu. Faydalı harf işaretleri, belleğin yardımcıları görevi görüyordu ve harfler, Dalton'un dairelerinin aksine, ucuz ve basılması kolaydı; bu da yayımlama açısından bir artıydı. Yine de Berzelius'un harflerinin coşkulu ve evrensel çapta kabul edilmesi, yumuşak başlı Dalton'un karşı çıkmasına neden oldu. "Berzelius'un simgeleri korkunçtur," diye yazmıştı. "Genç bir kimya öğrencisi, bu simgelere aşina olmak için en kısa zamanda İbranice öğrenmelidir... [bunlar] bilimin ustalarının kafalarını eşit biçimde karıştırmakta, aynı zamanda öğrencilerin cesaretini kırmakta... Atom Kuramı'nın güzelliğine ve yalınlığına gölge düşürmektedir."

Bu sonucusu elbette hiçbir kısaltmanın, ne kadar korkunç olsa da, yapamayacağı bir şeydir. Dalton'un zarif kuramı, 916 sayfalık *Yeni Kimya Felsefesi Sistemi* adlı kitabında yalnızca beş sayfa tutmuştu, fakat o birkaç sayfa, bütün kimya alanını kökten değiştirmişti. Kendini işine adanmış bir Quaker olan Dalton, fazlasıyla hak ettiği halkın övgüsünden sürekli uzak durdu; 1822 yılında Kraliyet Akademisi'ne arkadaşlarının önerisi üzerine gıyabında seçilerek üye olmuştu. Çekingen olsa da olmasa da, *Yeni Sistem*'in yayınlanmasının ardından Paris, Berlin, Münih ve Moskova üniversiteleri onu unvan yağmuruna tuttular; 1832 yılında, ona kırmızı doktora cüppesi giyme hakkını veren Oxford Üniversitesi tarafından fahri doktora unvanıyla ödüllendirildi. Quaker hassasiyetleri, bu cüppeyi giymesine çoğunlukla engel oluyordu; ne var ki şatafatlı cüppeler, renk körü Dalton'a kabul edilebilir ölçüde soluk gri olarak görünüyordu. İki yıl sonra Kral IV. William'ın sarayına kabul edildiğinde saray kıyafetleri giymeyi reddetmiş, ancak endişeli arkadaşlarının kaygılarını boşa çıkararak, uysal bir tonda "burada kırmızı hiçbir şey görmüyorum" diyerek cüppe giymeyi kabul etmişti. Sonunda gösterişsiz bir Quaker cenaze töreni isteyerek mütevazı sadelik inancını ölümüne kadar korumuştur, ancak şöhreti o kadar büyüktü ki, bu isteği gerçekleşmeyecekti. 1844 yılında, *Londra Times* dergisinin bugün "say-

gıdeğer kimyacı” olarak bahsettiği adam 78 yaşında öldüğünde, onu son yolculuğuna uğurlamak için 40.000 kişi toplanmıştı.

* * *

Düzen, kâinatın ilk kanunudur.

Alexander Pope

İnsan Üstüne Bir Deneme

Birçoğumuz hayatımız boyunca yanlış yere koyulmuş nesnelere, yanlış dosyalanmış belgeler ve bir tür genel ilgisiz dağınıklık ortamında yaşıyor olsak da, bizler aslında düzene önem veren bir türün mensuplarıyız. Doğrusu sınıflandırma işine oldukça düşkününüzdür. Tekvin’e* göre, Âdem’in cennetin çimlerine ayak bastıktan sonra yaptığı ilk şeylerden biri, hayvanlara isimler koymak olmuştur; bu, sınıflandırmanın bilinen ilk biçimi anlamına gelmektedir – en azından hayvanları sebzeler ve minarelerden ayırmak zorundaydı. Aralarında Carl Linnaeus’un, yeryüzündeki bütün hayvanları ve bitkileri doğru âlem, köken, sınıf, sıra, familya, cins ve türlerine göre ayırarak Âdem’in ilk deneysel girişimini büyük ölçüde genişleten kitabı *Systema Naturae* (Doğa Sistemi) (1735) ile Barbara Ann Kipfer’in daha yakın bir zamanda çıkmış, içinde kaynamanın beş evresi, antik Roma’nın toplumsal altı düzeni, satranç taşlarının sıraları ve kötü ruhlar, melekler ile mafyanın hiyerarşilerinin olduğu sınıflandırma listelerinin kapsamlı ve derlenmiş bir koleksiyonu olan *The World of Order and Organization* (1997) adlı kitabının da olduğu çok sayıda kitap, sınıflandırma işlemine odaklanmıştır.

1800’lerin başlıca kimya meselesi, elementlerin sınıflandırılmasıydı ve kimyacılar bu yüzyıl boyunca onları mantıklı ilgili

* İncil’in ilk kitabı olan Yaratılış kitabı (Çev.)

gruplara yerleştirmek için çaba sarf etmişlerdi. 1811 yılında –kimyasal simgeleriyle ünlü– Berzelius, bütün maddelerin iki bölüme ayrılabilceğini ileri sürdü: Elektrik, manyetizma, ışık ve ısı gibi gizemli varlıkları içeren ağırlığı olmayanlar; ve elementler ile bileşikler içeren ağırlığı olanlar. Elementler (Berzelius’un deyişmiyle *Simplicia*) ise üç gruba ayrılabilirdi: Oksijen, metaller ve mineraller; öte yandan bileşikler, mineraller ve Berzelius’un hayvanlar ile bitkileri kastettiği “düzenlenmiş varlıklar” olarak ikiye bölünmüştü. Elementler, kendi kategorileri içinde, listenin en tepesinde oldukça elektronegatif oksijen ve en altında da güçlü elektropozitif potasyum olmak üzere elektrolitik iletkenliklerine göre düzenlenmişlerdi. Kati suretle ortaya yerleştirilmiş olan hidrojen, negatifler ve pozitifler arasındaki ayrılma noktasını gösteriyordu.

1817 yılında Alman kimyacı Johann Dobereiner, elementlerin kimyasal olarak benzer üç gruba ayrılma eğiliminde oldukları düşüncesine dayanan alternatif bir düzenleme öne sürdü. 1780 yılında dünyaya gelen Dobereiner, bir arabacının oğluydu ve ailesi resmi bir eğitim almasını sağlayamayacak kadar fakirdi. Ancak parlak genç, delikanlı çağında bir eczacıya çırak verildi ve bu adamın himayesi altında sıkı çalıştı, bol bol okudu ve katılabildiği bütün konferanslara gitti. Sonunda zengin bir haminin dikkatini çekti. Bu adam ona, dersler arasında elementler meselesine yoğunlaştığı Jena Üniversitesi’nde kimya öğretmenliği mevkisini sağladı. Dobereiner’in element üçlüleri düşüncesi, kalsiyum ve baryum ile aynı kimyasal özelliklere sahip stronsiyumun, atom ağırlığında tam olarak bu iki elementin arasında yer aldığını fark etmesiyle doğmuştu. İlk üçlü ortaya çıktıktan sonra Dobereiner çok geçmeden daha fazla üçlü tespit etti: Klor, krom ve iyot aynı tür atom ağırlığı sırası ve kimyasal benzerlikler gösterdiler; tıpkı kükürt, selenyum ve tellür; lityum, sodyum ve potasyum gibi. Dobereiner, bu gözlemlerine dayanarak, bütün elementlerin aslında üçlü gruplar adındaki alt gruplarda meydana geldiklerini

ileri sürdü. Sonunda yanlış olduğu ortaya çıksa da, belli belirsiz Pisagorcu bir varsayım olan bu düşünce, elementler arasındaki kalıpların keşfedilmesine yönelik hatırı sayılır derecede ilgi çekmesi açısından oldukça faydalı olmuştu. Çok geçmeden, üçlü grup ilkesinde element beşlisi şeklinde kural dışı bir durum saptandı. Nitrojen, fosfor, arsenik, antimon ve bizmut, fosforun atom ağırlığının arsenik ile nitrojenin; arseniğin ağırlığının fosfor ile antimonun; antimonun ağırlığının ise arsenik ile bizmutun tam ortasına geldiği bir dizi oluşturuyorlardı.

Dobereiner'ın dağınık üçlüleri ile tuhaf beşliyi yirmi dört elementli düzenli bir liste hâlinde birleştiren işe yarar ilk periyodik cetvel, 1862 yılında, Paris Maden Okulu'nun uluslararası üne sahip hocası, yerbilimci Alexandre-Emile Beguyer de Chancourtois tarafından geliştirilmişti. Chancourtois 1862 yılında kırklı yaşlardaydı ve kimya alanına girişi olağandışı bir durumdu, çünkü o tarihe kadar olan çalışmaları topografya etrafında toplanmıştı. Yine de, bütün elementlerin atom ağırlıklarına göre sıralanmaları durumunda düzenli olarak tekrarlanan aralıklarla benzer özelliklerin ortaya çıktığını kaydederek elementler arasındaki periyodikliği tespit eden ilk bilim adamı olmuştu. Bu kimyasal tekrarlanmayı göstermek için elementlerin, bir silindirin üzerine çizilmiş yükselen sarmal içerisinde artan atom ağırlıklarına göre yerleştirildikleri ayrıntılı bir görsel eğitim aracı geliştirdi.

Silindirik yüzeyde düşey olarak sıralanmış elementler, benzer özelliklere sahiptiler: Örneğin, silindirin etrafında oksijenden başlayarak yapılan tam bir dönüş, oksijenin üzerinde yer alan yedi elementi, aynı iletkenliğe sahip kükürdün hizasına getiriyordu. De Chancourtois, tellür elementi sarmalın tam orta noktasına denk düştüğü için, bükümlü aygıtına tellürik vida (*vis tellurique*) adını vermişti. Bu ilk Periyodik Cetvel denemesi her ne kadar dikkat çekici bir isme sahip zarif bir yapı olsa da, çok geçmeden belirsizliğe gömüldü. Öncelikle, de Chancourtois, icadını tanımlarken jeolojiye dayalı bir terminoloji seçmişti; bu yüzden je-

olojiden anlamayan kimyacıların kafalarını karıştırmış ve henüz kimyanın önemini kavrayamamış olan jeologların önlerine büyük bir engel koymuştu. Yine de, dönüm noktası niteliğindeki makalesini yayınlamış olan dergi, metnin yanındaki şekli de yayınlamış olsaydı anlaşılabilir metnin üstesinden gelinebilirdi. Ne yazık ki dergi bunu yayınlamadı; de Chancourtois ise aslında kendisinin hak ettiği bu onurun başka kimyacılar tarafından verilmesini izlemek zorunda kaldı.

Bu kimyacıların arasında İngiliz kimyacı John Newlands da vardı. Londralı bir papazın oğlu olan Newlands, yirmili yaşlarında iken iki yılını İtalya'da Garibaldi'nin Kızıl Gömleklileriyle birlikte Don Kişotvari savaşı olarak geçirmiş, ardından ülkesine dönüp bir şeker rafinerisinde analitik kimyager olarak işe girmişti. Burada siyaset tutkusunun yerini kimya aldı ve özellikle kimyasal elementler arasındaki ilişkiler meselesine yöneldi. Kısa süre sonra Newlands, *Chemical News* dergisinin editörlerine 1863 yılında yazmaya başladığı uzun bir mektup dizisinde, elementlerin atom ağırlıklarına göre düzenlendikleri takdirde, her elementin, dizide kendisinden sekiz sıra önceki ve sekiz sıra sonraki elementlerle aynı özellikleri sergilediği, tekrarlanan bir kalıba girdiğini işaret ediyordu. Newlands bu sekiz katlı periyodikliği, tekrarlanan oktavlardaki müzik notalarının aralarında görülen ilişkilere benzetiyordu; bu sebeple buna "Oktavlar Kanunu" adını verdi. Bilinen elli altı elementi, 1866 yılında Londra Kimya Topluluğu'nun bir toplantısında sunduğu sekiz sütunlu tabloda bir araya getirdi. Kimya Topluluğu, onun bu çabasına gülüp geçti –anlaşılan oktavlar benzetmesi orada bulunanlara kötü bir notayı çağrıştırmıştı– ve makalesini yayınlamayı kabul etmedi. Üç yıl sonra Dmitri Mendeleev, kendi Periyodik Cetvel uyarlamasını yayınlayarak, eline geçen uzun bir son kahkaha fırsatını alçakgönüllülükle geri çeviren Newlands'ı haklı çıkarıyordu. 1887 yılında Kraliyet Akademisi, büyük bir gecikmeyle, kimya alanındaki yenilikçi çalışması nedeniyle Newlands'ı Davy madalyası ile ödüllendirdi.

Elementlerin sınıflandırılması bilimcesinin nihai çözümünü bulan kişi olarak genelde Rus kimyacı Dmitri Mendeleev kabul edilir. On dört (bazı kaynaklara göre on yedi) çocuğun en küçüğü olan Mendeleev, 1834 yılının Şubat ayında Kuzey Kutbu ıssızlığının kıyısında, huş ve köknar ağaçlarının ortasında kurulmuş, mavi panjurlu ahşap evleri olan Sibirya'nın dondurucu soğukluktaki Tobolsk şehrinde dünyaya gelmişti. Mendeleev çocukken Dostoyevski bu şehirden geçmişti –kimse görmeden hapishaneye götürülürken– ve daha sonra da Çar II. Nikola ile ailesi, idam edilmelerinden önce, burada yalnız başlarına bir yıl geçireceklerdi. Şanssızlık Mendeleevlerin yakasını bırakmıyordu: Mendeleev'in yöredeki lisenin müdürü olan babası Ivan, Dmitri çocukken kör olmuş, geniş ailesinin geçimini bir cam fabrikasında yönetici olarak çalışan karısı Maria'ya bırakmıştı. Aile için felaket yılı olan 1844'te Ivan ölmüş ve cam fabrikası da yanıp kül olmuştu. Fabrikanın yanması, Maria'yı umut vaat eden en küçük oğlunun eğitimi için özenle kenara koyduğu birikiminin dışında, elinde hiçbir gelir kaynağı ve para olmadan, öylece ortada bırakmıştı. Maria, ertesi yıl beraberinde en küçük iki çocuğu Dmitri ve Elizabeth ile birlikte Sibirya'dan ayrıldı ve 15 yaşındaki oğlunu üniversiteye sokmaya kararlı biçimde, St. Petersburg'a doğru 1300 millik bir yolculuğa koyuldu. Genç Mendeleev'in üniversiteye girdiği 1850 yılında hem annesi hem de kız kardeşi veremden öldü; Mendeleev, öksüz ve evinden çok uzaklarda tek başına kaldı. Bu, genç bir erkeğe göre yalnız bir yaşam gibi görünebilir, ama –muhtemelen annesinin ölüm döşegindeyken verdiği “en iyiyi ve bilimsel gerçekliği sabırla ara” öğüdü sayesinde güç bulan– Mendeleev azmederek sınıfından birincilikle mezun oldu. Yurtdışında çalışarak geçirdiği birkaç yılın ardından St. Petersburg'a yerleşip burada öğretim ve araştırmayla dolu bir meslek yaşamına başladı.

Mendeleev, dönüm noktası niteliğindeki Periyodik Cetvel'ini, üniversitedeki öğrencileri için hazırladığı, anlatımının açıklığı ve dipnotlarının aşırı uzunluğuyla bilinen *Kimyanın İlkeleri* adlı ders kitabını yazarken geliştirmişti. Cetveli oluştururken sayıları bugün altmış üçe varan bilinen elementleri atom ağırlıklarına göre düzenlemiş ve ritmik olarak tekrarlanan bir valans kalıbını fark ettiğinde hayrete düşmüştü. Valans, kimyasal bağlar oluşturan bir atomun gücünün ifadesidir; kelime, Latince “Güçlü ol!” anlamına gelen “*Vale!*” nasihatinden gelmektedir. Örneğin lityum yalnızca bir diğer atomla birleşir, bu yüzden 1 valans değerine sahiptir. Ondaki sonraki en ağır komşusu berilyum –zürdün kimyasal kaynağı– iki atomla birleşebilir ve böylece 2 valans değerine sahiptir; sıradaki diğer elementler ise bor (3 valans) ve karbondur (4 valans). Mendeleev, listesinin üzerinde çalışırken, sıralanmış atomların denizin ardı arkası kesilmeyen dalgaları gibi periyodik biçimde –1,2,3,4,3,2,1– tekrar tekrar yükselip alçaldıklarını fark etmişti. Daha sonra anlattığı üzere, aydınlanma anı bir rüyasında gerçekleşmişti. Bitkin bir halde çalışma masasının başında uyuya kalmış ve bir rüya görmüştü: “...bütün elementler olması gerektiği gibi yerleşmişlerdi. Uyanır uyanmaz gördüğüm rüyayı bir kâğıt parçasına döktüm.”

Elementlerin tablo biçimindeki nihai düzenini *solitaire* oyununa bağlıyordu. Mendeleev kâğıt oyunları oynamayı severdi; elementlerin isimlerinin iskambil kâğıtlarının üzerine yazılıp *solitaire* tarzında sıralı biçimde dağıtıldıklarında, ağırlıklarına göre yatay ve valans değerlerine göre dikey sütunlarda –böylece benzer kimyasal özelliklere sahip elementlerin aynı yerde– sıralanabileceklerini bulmuştu. Üstelik tablo, tahmini değere sahipti –örneğin tabloda, belirli büyüklükte ve valans değerine sahip henüz bilinmeyen elementlerin yerleşebileceği boşluklar vardı. Bunların arasında, alüminyum ile uranyum arasındaki boşluğu doldurduğu varsayılan Mendeleev'in “eka-alüminyumu” ve silisyum ile kalay arasındaki boş alanı kaplayan “eka-silisyum” vardı.

Mendeleev, elde ettiği sonuçları 1869 yılında “*A New System of the Elements*” başlıklı bir makalede yayınladı. Bu makale, hızla tercüme edilip Batı Avrupa’ya ulaştırılmış olsa da, sakıngan bir şüpheyile karşılandı. Üçlüleri, tellürik vidaları ve oktavları görmüş olan bıkkın kimyacılar, daha önce de bu tür önermelerle karşılaşmışlardı. Ne var ki, 27 Ağustos 1875 tarihinde içki üreticisi Cognac ailesinin oğlu olan Paul Lecoq de Boisbaudran, Fransa Bilim Akademisi’ne şunları yazdığıında olumsuz hava birdenbire değişmişti: “Önceki gece... sabaha karşı üç ile dört arasında, Pireneler’deki Pierrefitte maden ocağından çıkarılan bir çinko sülfür örneğinin içerisinde yeni bir element keşfettim.” 69 atom ağırlığına ve 3 valans değerine sahip bu element, ılık bir insan avucunda tutulduğunda su birikintisine dönüşecek kadar düşük bir erime noktası olan gümüşü bir metaldi. Aslında bu, Mendeleev’in öngördüğü eka-alüminyumdu; ve bunun keşfiyle birlikte Mendeleev, dünyadaki en ünlü kimyacı oldu. Lecoq de Boisbaudran, yeni elemente, anlaşılan anavatanının şerefine, galyum adını verdi – Galya, Fransa’nın Latince ismidir. Başka bir rivayet ise Lecoq’un elemente utanmadan kendi ismini verdiğini anlatmaktadır: Lecoq, “erkek kuş” veya “horoz” anlamına gelmektedir ve horozun Latincesi *gallus* kelimesidir; galyum belki de bu yüzden, kendi kendine hizmet eden bir kelime oyununu ölümsüz kılan yegâne elementtir. Alman kimyacı Clemens Winkler tarafından ayrıştırılan ve milliyetçi bir düşünceyle germanyum olarak adlandırılan eka-silisyum ise 1880 yılında ortaya çıktı.

Saçını ve sakalını yılda ancak bir kez ve kırkma makasıyla kestiren Mendeleev, fotoğraflarda Rasputin’in kaba ve ürkek bakışına sahipti; ne var ki kaba dış görünüşünün altında romantik bir taraf vardı. 1876 yılında, on üç yıllık karısı Feozva’dan ayrılarak, tutkuyla âşık olduğu on yedi yıllık sanat öğrencisi güzel Anna Popova ile evlendi. Rus Ortodoks Kilisesi’nin yasalarına göre, boşanmanın ardından en az yedi yıl sonra yeniden evlenilebiliyordu; boşandıktan hemen sonra evlenen Mendeleev, bu yüzden

iki eşli olmakla suçlandı. Çar II. Aleksandr, “Evet, Mendeleev’in iki eşi olabilir, ama benim elimde yalnızca bir tane Mendeleev var,” diyerek suçlamaları derhal geri çekti.

Periyodik Cetvel, mevcut ve gelecekteki bütün kimyacılar ve fizikçiler için bir yardım ve ilham kaynağı olacaktı; cetvelin aydınlığa kavuşturulması ise bilim tarihinde kilit bir olaydı. Ancak Çar’ın “biricik Mendeleev’i” başarısından ötürü asla Nobel Ödülü kazanamadı – 1906 yılında, florü keşfeden Fransız kimyacı Ferdinand Moissan’a karşı bir oyla kaybederek, ödülün eşliğinden dönmüştü. Nobel komitesinin ileriye görememesi, telafi edilir bir hata değildi. İki kimya dergisi, bir kimya topluluğu, bir üniversite, bir meteoroloji kurumu, ayrıca Rusya’da iki kasaba, Moskova ve St. Petersburg’da sokaklar ve Moskova Metrosu’ndaki bir istasyona Mendeleev’in adı verilmiştir. Mendeleev’in Periyodik Cetvel üzerindeki çalışmasını tamamladığı St. Petersburg’daki apartman dairesi; üzerinde onu sonuca götüren rüyayı gördüğü çalışma masası, kitapları, sumen takımı, laboratuvar gereçleri, hatta karalamaları ve çay bardağını koyduğu yerde rengi solmuş bir halkanın olduğu bir kâğıtla birlikte müzeye dönüştürülmüştür. Ayın bir krateri ile bir asteroit onun adını taşımaktadır; 101 numaralı element –ilk kez 1955 yılında Berkeley, Kaliforniya’da meydana getirilmişti– onun onuruna mendeleevyum olarak adlandırıldı.

Mendeleev’in ünlü ilk Periyodik Cetveli, gruplar adı verilen sekiz dikey sütundan ve periyotlar olarak adlandırılan on iki yatay sıradan oluşuyordu. Bugün kullanımda, aralarında dairesel, sarmal ve piramidal, hatta uzatılmış kanatlarıyla biraz ileri teknoloji rüzgârgülüne benzeyen cetvellerin de olduğu yaklaşık altı yüz farklı cetvel olsa da, günümüzde en sık kullanılan cetvel, aslında Mendeleev’in orijinal cetvelinin geliştirilmiş ve güncelleştirilmiş bir biçimidir. Aşağı yukarı dikdörtgen biçiminde olan bu cetvel,

bugün Romen rakamlarıyla numaralanmış on sekiz dikey gruba ve Arapça birden yediye kadar sıralanmış yedi yatay sıraya sahiptir. Dikey gruplardaki elementler aynı valans değerine sahiptirler ve bu yüzden iletkenlikleri aynıdır. Tanınabilir bağllar olan bu elementler, çoğu kez kimyasal aileler olarak anılır.

P.W. Atkins, *The Periodic Kingdom*'da (1995), cetvel'i kinayeli biçimde coğrafya ve topografya açısından tarif ediyordu – *bu, insana küçük bir uçağın içinde çok geniş bir hayal diyarının üzerinden uçuyormuş hissi veren zorlayıcı, ama baş döndürücü bir görüntüydü*. Atkins anlatımına, alkali metallerin (hidrojen, lityum, sodyum, potasyum, rubidyum, sezyum ve fransiyum) bulunduğu, kuzeyden güneye ilerlendikçe gittikçe daha fazla reaktif bir bölge olan Cetvel'in uzak batı "kıyısındaki" –sol kıyı– Birinci Grup ile başlıyor. Atkins, yağmurun cetveldeki temsili zemine düştüğünde, lityum ve sodyumla kaplı uzaktaki kuzey bölgesinde gazoz gibi köpüreceğini, orta bölgedeki potasyumla temasa geçtiğinde tutuşup yanacağını ve güneydeki rubidyum ve sezyuma çarptığında patlayacağını varsaymaktadır. (Mekanizma, su moleküllerinin bölünerek hidrojen gazı üretmelerinden ibarettir; bu süreç esnasında öyle yüksek bir ısı oluşur ki, gaz alev alev yanmaya başlar.) Alkali metallerin hiçbiri doğada bağımsız şekilde bulunmaz; hepsi volkanik olarak o denli reaktiftir ki kaçınılmaz şekilde başka bir şeye bağlıdırlar. Alkali metaller –korkunç kimyasal *yaratıklar*– laboratuvarlarda büyük bir özenle gaz yağı içinde muhafaza edilir.

Kaynayan batı kıyısından içeri doğru bir adım attığımızda, kuzeyde berilyum ve magnezyumdan başlayıp kalsiyum, stronsiyum ve baryumdan geçip uzak güneydeki radyumun mavi parlaklığına giden yine reaktif, ama daha şiddetli bir yığın olan alkalik toprak metallerden oluşan İkinci Grup'a varıyoruz. Atkins daha sonra, Cetvel'in ortasındaki yaklaşık on gruptan oluşan ve bakırın kırmızimsı parlaklığı, altının sarı pırlıtsı ve yoğun gümüşü bir cıva gölüyle işaretlenmiş beyaz ve gümüş renkli elementlerle

kaplı uzun, parlak bir bölge olan metallerin çok geniş merkezi, “Batı Çölü”nü tasavvur ediyor. Cetvel’in sağ tarafındaki “Doğu Dikdörtgeni”, ametallerden oluşan bir yamadır. Örneğin Atkins, is karası renginde geniş bir karbon alanı, sarı bir kükürt lekesi ve oksijen ile hidrojenin gözle görülmeyen gazlı titreşim ışıklarını hayal ediyor. Cetvel’in doğu tarafından aşağı doğru inen parlak dikey şerit; kuzeydeki florla başlayıp zehirli sarı-yeşil klor lekesi, kızıl brom gölü ve koyu mor-siyah iyottan geçip uzak güneydeki radyoaktif astatine kadar giden halojenler diyarıdır. Son olarak Cetvel’in uzak doğu “kıyısı” veya uzak sağ ucu –bendeki nüshada soğuk deniz mavisi ile işaretlenmiştir– sözde soy gazların bölgesidir: Helyum, neon, argon, kripton, ksenon ve radon. Güneye doğru ilerlendiğinde ise Cetvel’in bir tür karton balon şeklindeki uzantısı, Atkins’in “Güney Adası” dediği, yeryüzünün zıt tarafındaki lantanitler ve aktinitler bölgesi vardır. Aktinitler –bazen transuranyum veya transferyum elementleri olarak anılırlar– Amerika’nın İkinci Dünya Savaşı Manhattan Projesi’nin ürünleridir.

Yeni elementlerin hızla keşfedilmeleri, Mendeleev’in Periyodik Cetveli’ni zorlamaya başlamıştı. Özellikle lantanitler sorun yaratıyordu, çünkü kimyasal özelliklerine göre, Cetvel’de hepsi 57 numaralı element lantan olarak kesinlikle aynı yere ait gibi görünüyordular. Mendeleev elementler matrisini hazırlarken yalnızca birkaç tanesinin tanımlanmış olduğu, başlangıçta nadir toprak elementleri olarak bilinen elementler şunlardı: Lantana ek olarak seryum, erbiyum ve terbiyum. Bunlar en başından beri can sıkıyordu ve Mendeleev’in orijinal şemasında soru işaretleri olarak yer almaktadırlar. 1870’ler ve 1880’ler boyunca yedi nadir toprak elementi (holmium, iterbiyum, gadolinyum, praseodimyum, neodimyum ve disprosyum) daha keşfedildi – bunların her biri kimyasal azmin zaferiydi, çünkü yakın klon benzerlikleri nedeniyle bu elementlerin ayrıştırılmaları olağanüstü derecede zordu. Öropiyum ve lütesyum, sırasıyla 1901 ve 1907 yıllarında ayrıştırıldı-

lar; serinin son elementi prometyum ise 1945 yılında keşfedildi. Orijinal cetvelin bunları kapsayacak şekilde yeniden düzenlenmesi gerektiği ortadaydı. Üstelik görünüşte reaktif olmayan soy gazların ne olacağı sorusu da öylece duruyordu. Bunların ilki argon –Yunanca tembel anlamına gelen *argos* kelimesinden türemiştir– 1894 yılında İskoç kimyacı William Ramsay ve İngiliz fizikçi John Strutt (ayrıca Lord Rayleigh olarak bilinir) tarafından tespit edilmişti. Görünüşte başka hiçbir atomla birleşmeyen soy gazlara sıfır valans değeri verilmişti; kimse bunları nereye koyacağını bilemiyordu ve bazı kimyacılar, bunların Periyodik Cetvel’de hiç işlerinin olmadığını iddia ediyordu.

Mendeleev’in ömrü boyunca Periyodik Cetvel’in yüzün üzerinde biçimi ileri sürüldü. Hiçbiri ihtiyacı yeterince karşılamadı, çünkü elementlerin gerçek düzeni, bin yıldır sürekli olarak ufacık, ama bezelyeye benzeyen katı bir parçacık olarak düşünülmüş atomun yapısına bakılarak anlaşılabilirdi. Ne var ki bilim adamları 20. yüzyılda sözde katı atomun hem çok parçalı hem de neredeyse boş olduğunu ortaya çıkardılar. Bu keşif, elementlerin anlaşılması konusunda önemli anlamlar taşıyordu. Modern atom modeli, atomun içindeki her biri ışık hızına yakın göz kamaştırıcı bir süratle ilerleyen çok daha küçük negatif yüklü elektronlardan oluşan ince bir sis tabakasıyla çevrili parçacıkların –artı yüklü protonlar ve yüksüz nötronlar– çekirdeğini göstermektedir. Bir atomun kütesinin % 99’undan fazlası çekirdeğin içindedir, ancak bu kütle, toplam atom hacminin trilyonda birinden azını kaplamaktadır. Bu yüzden, parçalarına ayrılan bir atom çoğunlukla bir hiçtir: Gözünüzün önüne, bir futbol sahasının ortasına bir bezelye tanesinin yerleştirildiğini, bu esnada kale direklerinin civarında her biri tuz tanesi büyüklüğünde çok az sayıda elektronun hızla geçip gittiğini getirin.

Elementlerde ise çekirdek son derece büyük bir önem taşır. Aslında bir elementi element yapan şey, Mendeleev’in varsaydığı gibi onun atom ağırlığı değil, çekirdeğinin yapısıdır, yani atom

numarası olarak bilinen sayıyla ifade edilen yerleşik proton sayı-
larıdır. Bu yüzden elementlerin en küçüğü ve en yalını, cılız çe-
kirdeği yalnızca tek bir protondan oluşan hidrojenidir ve bundan
dolayı 1 atom numarasına sahiptir. 2 atom numarasına sahip hel-
yumun çekirdeğinde iki; lityumun (3) çekirdeğinde üç proton
vardır. Bu sıra, bugüne kadar ayrıştırılmış en büyük element olan
henüz adlandırılmamış 118. elemente kadar böylece gider. (Bu-
nun üç atomu, 1999 yılında Kaliforniya'daki Lawrence Berkeley
Ulusal Laboratuvarı'nda üretilmişti.)

Durmadan artan proton sayısı, Periyodik Cetvel'in düzenli
yatay periyotlarını açıklamaktadır; dikey gruplar ise elektronların
eseridir. 1913 yılında Danimarkalı fizikçi Niels Bohr, elementle-
rin kimyasal reaktivitelerini, onların çekirdeklerini çevreleyen
elektronların yapılanışlarıyla ilişkilendirdi. Elektrik açısından
nötr olan bir atom, eşit sayıda elektron ve protona sahiptir; aynı
şekilde eksi ve artı yükleri de eşit biçimde dengelenmiştir. Örne-
ğin, yalnızca bir protona sahip hidrojenin bir tane de elektronu
vardır; daha büyük elementlerin düzinelerce protonları ve elekt-
ronları olabilir. Elektronlar toplu haldeyken çılgına dönmüş bir
eşekarısı topluluğuna benzerler, ama Bohr'un hesaplamaları,
bunların aslında daha çok soğanın eş merkezli katmanları gibi
birbiri ardına dizilmiş olarak, kat kat yörünge ve alt yörünge sı-
raları biçiminde orta çekirdeği çevrelediklerini gösteriyordu.
Bohr bunlara kabuk diyordu.

Her bir kabuk, tanımlanmış bir enerji düzeyine tekabül et-
mektedir. Çekirdeğin artı yüklü tarafına en yakın kabuk, en dü-
şük enerji düzeyine sahiptir; buradaki elektronlar, gittikçe daha
uzak yörüngelere doğru hareket eden hareketli kuzenlerine oran-
la ağırbaşlı bir karaktere sahiptirler. Üstelik her yörünge, yalnız-
ca kısıtlı sayıda elektron nüfusunu desteklemektedir. Örneğin en
içteki kabuk, yalnızca iki; bir sonraki sekiz; üçüncüsü ise on se-
kiz elektron içerebilir. Belirli bir elementin kimyasal hareketi,
onun en dıştaki yörüngesinin elektron sayısına bağlıdır. Işın il-

ginç yanı, en dıştaki kabukları kısmen dolu olan elementler reaktifler; dış kabukları tamamen dolu olanlar ise –tıka basa doymuş biri gibi– son derece hareketsizdirler. Bu, soy gazların inatçı davranışlarını açıklamaktadır: Her birinin en dıştaki elektron kabuğu doludur.

Atom yapısının açığa kavuşturulması, Mendeleev'in Cetveli'nin fiziksel temellerini –yatay periyotların artan proton sayılarını; dikey grupların ise en dıştaki elektron kabuğunun yapılındaki benzerlikleri yansıttığını– ortaya çıkardı. Bu yeni kavrayış, Cetvel'in günümüzdeki hâline yakın bir şey olarak yeniden düzenlenmesine yol açtı. Bir sonraki devrim ise 1930'ların sonlarında ve 1940'larda fizikçiler, yalnızca yeni elementler keşfetmekten öte kendi elementlerini üretmeye başladıklarında gerçekleşti.

Doğal yollarla meydana gelen doksan iki element, ayrıca yaklaşık iki düzine –en azından yeryüzünde– tamamen insan yapımı element vardır. Bunların ilki teknetyum –bu isim, uygun biçimde, Yunanca yapay anlamındaki *tekhnetos* kelimesinden gelmektedir– 1937 yılında Palermo Üniversitesi'nde İtalyan kimyacılar Emilio Segre ve Carlo Perrier tarafından, Berkeley'deki Kaliforniya Üniversitesi'ndeki bir ivme makinesinde döteronlarla yoğun biçimde sıkıştırılmış olan bir molibdenum örneğinden ayrıştırılmıştı. Bundan önce teknetyum yeryüzünde aslında bilinmiyordu (Alman kimyacılar üçlüsü, 1925 yılında nanogram büyüklüğünde bir örneği bir an için görmüş olabilirlerdi); bugün ise nükleer reaktörlerde yan ürün olarak büyük miktarlarda üretilmektedir. Bu bir sorun teşkil etmektedir, çünkü radyoaktif bir atık olarak emniyetli biçimde atılması gerekmektedir. Yeryüzündeki insanlar için daha az sorun yaratan biçimde, dev kırmızı yıldızlar tarafından da üretilmektedir.

Güzel iklimiyle ünlü bir şehir olan Berkeleyli bilim adamları, sıkıştıktıklarında daha büyük kütlelere sahip yeni elementler oluşturan parçacıkları olan ağır çekirdekleri sıkıştırarak nükleer füzyon yoluyla element sentezi olasılıklarından bilinçli biçimde faydalanan ilk kişilerdi. Uranyumun nötronlarla çarpıştırılması

sonucu elde edilen neptünyum, 1940 yılında Edward McMillan ve Philip Abelson tarafından bu şekilde keşfedilmişti. Ne var ki ağır element üretimiyle genelde ilişkilendirilen isim, 1951 yılı Nobel Ödülü'nü McMillan ile paylaşmış olan Glenn Seaborg'dur. Seaborg –üniversite kariyerine edebiyat öğretmeni olarak başlamıştı– transuranyum elementlerinin ilkinin 1940 Noeli'nden on bir gün önce üretmişti: Ağustos 1945'te korkunç bir etkiyle Japonya'nın Nagasaki kentine atılan “*Fat Man*” isimli atom bombasının ana maddesi plütonyum. Sırasıyla 93. ve 94. elementler olan neptünyum ve plütonyum, bunların olabilecek en ağır elementler oldukları yönündeki yanlış kanı nedeniyle ilk başlarda extremium ve ultimium* olarak adlandırılmışlardı. Fakat 1944 yılı itibarıyla Seaborg ve meslektaşları, amerisyum (95) ve kürisyum (96) senteziyle, bunun kesinlikle yanlış olduğunu kanıtlamışlardı. İkinci Dünya Savaşı esnasındaki atom çalışmasının gizliliği nedeniyle bu kişilerin elde ettikleri sonuçlar savaş sonuna kadar açığa çıkarılmadı. 1945 yılı Kasım ayında Seaborg –kimya tarihindeki kesinlikle en beklenmedik yayımlama öncesi bildiri olarak– *Quiz Kids* adlı radyo çocuk programında 12 yaşında bir erkek çocuğu, “Bay Seaborg, son zamanlarda başka element ürettiniz mi?” diye sorunca Seaborg sırrını açığa vurdu. Çok geçmeden ortaya berkeleyum (97) ve kaliforniyum (98) çıktı. Yeni elementler –toryum, protaktinyum ve uranyumla birlikte– Periyodik Cetvel üzerinde tamamen yeni bir sıra oluşturulmasını gerektiriyordu. Bunların hepsi, 89. element aktinyuma kimyasal benzerlikleri nedeniyle aktinitler olarak adlandırılıyorlardı.

Elementlerin isimlerinin kendilerine has tarzları vardır. Söylendiklerinde her birinin kendi sihirli ahengi vardır: Stronsiyu-

* Sırasıyla uçdeğer ve en yüksek anlamındaki kelime köklerinden türetilmişlerdir. (Çev.)

mun gür sesi, kriptonun bilimkurgusal çekiciliği, paladyum ve selenyumun parlak inceliği, karbon ve kalayın topraktan kolayca çıkarılması. Elementlerin yirmi birinin ismi belli yerlerden alınmıştır: Eski çağların başlıca metal ihracat maddesi olan bakır, Kıbrıs'ın Latince ismi Cuprum'dan, magnezyum ise Yunanistan'ın kuzeyinde zengin magnezyum madenlerine sahip Teselya bölgesindeki Magnezya antik kentinden adını almıştır. Üç tanesi Fransa'nın onuruna fransiyum, galyum ve eski Latince Paris'in adı olan lütesyum olarak adlandırılmış, diğer üç tanesi ise Almanya'nın onuruna germanyum, renyum (Ren Nehir'inden) ve hasyum (Hesse eyaletinden) olarak adlandırılmıştır. Sekiz tanesine İskandinavya'daki bölgeler, ülkeler ve kentlerin isimleri verilmiştir – skandiyum, tulyum, holmiyum, itriyum, iterbiyum, terbiyum, erbiyum ve hafniyum; Marie Curie ise polonyum elementinin adını anavatanı Polonya onuruna vermişti. Öropiyum ve amerisyum, sırasıyla Avrupa ve Amerika kıtalarını anmaktadır. İlk kez Ural Dağları'ndaki bir platin örneğinden ayrılan rutenyum, Rusya'nın Latince ismi Ruthenia'dan gelmektedir; dubniyum ise adını, bilim adamları tarafından 1967 yılında amerisyum çekirdeklerine neon iyonları eklenerek meydana getirdikleri Rusya'nın Dubna kentinden alır. Stronsiyum, İskoçya'daki gösterişsiz Strontian kentinin adını almıştır, çünkü içinden ayrıştırıldığı orijinal örnek, Strontian'ın pek bilinmeyen bir kurşun madeninden gelmişti.

On elemente renk adları verilmiştir. Klor, gazının toksik tonu nedeniyle, Yunanca yeşilimsi sarı anlamındaki *chloros* kelimesi; talyum ise Yunanca yeşil dal veya filiz anlamına gelen *thallos* kelimesinden gelmektedir. Talyum gümüş-beyaz renkli bir metaldir; adı, bezelye yeşili spektral çizgisine işaret etmektedir. İndiyum, iyot ve sezyum, sırasıyla çivit (indigo), menekşe moru ve açık gök mavisi tonlarıdır, ancak bakıldığında yalnızca iyodun buharı gerçekten mor olarak görünür. Gümüşü bir metal olan indiyum, adını atom spektrumunun farklı parlak mor çizgisinden almıştır; altın rengindeki sezyum ise yandıklarında mavi alevler çıkaran bileşikleri oluşturur. Zirkonyum, her ne kadar arındırıl-

dığında gümüş renginde olsa da, Arapça altın renkli anlamındaki *zargun* kelimesinden gelmektedir; bu isim, eski çağın zirkon, sümbül ve lal gibi değerli taşlarına işaret etmektedir. Rubidyum –Latince yakut kırmızısı– kendiliğinden tutuşmasının engellenmesi amacıyla yağın içinde muhafaza edilmesi gereken beyaz renkli yumuşak bir metaldir. İsmi, göz alıcı kızıl spektral çizgilerini ifade eder. Yunanca gül renkli anlamındaki *rhodon* kelimesinden gelen rodyum, gümüşü bir metaldir, ama parçacıkları koyu gül rengindedir. Krom ve iridyumun her ikisi de renkli elementlerdir; krom, Yunanca renk anlamındaki *chroma* kelimesinden, iridyum ise çok renkli gökkuşağı tanrıçası Iris’den gelmektedir. Her iki isim de elementlerin parçacıklarının renkli dağılımlarına işaret etmektedir.

İki elemente –daha önce isimleri geçen kobalt ve nikel– kötü ruhların adları verilmiştir. Dokuz tanesine tanrı, tanrıça ve mitolojik varlıkları isimleri verilmiştir. Örneğin toryum ve vanadyuma sırasıyla İskandinav savaş tanrısı Thor ve güzellik tanrıçası Vanadis’in isimleri verilmiştir. Tantalum, Yunan tanrıları tarafından yiyecek ve içecekten uzak biçimde sonsuza dek açlığa ve susuzluğa mahkûm edilen efsanevi Kral Tantalos’un adını almıştır. Bu ismi, onu ayrıştırırken büyük zorluk yaşamış olan, elementin kâşifi Anders Ekeberg vermişti. Bu elementle yakın ilişki içerisinde olan niyobyum elementine ise Tantalos’un kızı Niobe’nin adı verilmiştir. Titanyum, adını yeryüzü tanrıçası Gaia’nın dev çocukları Titanların tümünden; prometyum ise adını tanrılardan ateşi çalan Titan Prometheus’tan almıştır. Tellür, Roma yeryüzü tanrıçası Tellus; gümüşü selenyum, Yunan Ay tanrıçası Selene; helyum ise güneş tanrısı Helios’dan gelmektedir. Kulağa isimlerini zekâ tanrıçası Pallas (Athena) ve bereket tanrıçası Ceres’den almış gibi görünen paladyum ve seryum, aslında bu isimlerdeki aseteroitlerin anılarına adlandırılmışlardır; civa^{*}, uranyum, neptünyum ve plütonyuma gezegen isimleri verilmiştir.

* İngilizcesi Mercury’dır. (Çev.)

Bir insanın ismi verilen ilk element –eğer Lecoq de Boisbaudran gerçekten de galyuma kendi adını vermediyse– 1880 yılında, sonradan sözde on beş nadir toprak elementinin hepsini içerdiği anlaşılan gadolinit mineralini tahlil eden ilk isim olan Finlandiyalı kimyacı Johan Gadolin’in adının verildiği gadolinyum elementiydi. Kişi ismi verilmiş olan diğer bütün elementler arasında hem ağır hem de insan yapımı elementler vardır: Küriyum (96), einsteinyum (99), fermiyum (100), mendelevyum (101), nobelyum (102), lavrensiyum (103) –ivme makinesinin mucidi E.O. Lawrence’ın adına– rutherfordyum (104), seaborgiyum (106) ve bohriyum (107). Seaborgiyum –yaşayan bir bilim adamının adının verildiği tek elementtir– kimyasal isimleri onaylama yetkisine sahip IUPAC tarafından, biraz isteksizce de olsa, 1997 yılında resmen tanınmıştır.

Geri kalan elementlerin çoğunluğu ise bazı çarpıcı özelliklerine ve karakteristiklerine göre isimlendirilmiştir. Örneğin sürekli kötü kokan ve tekroksit sızdıran osmiyum, Yunanca koku anlamındaki *osme* kelimesinden; daha kötü kokan brom ise Yunanca pis koku anlamındaki *bromos* kelimesinden gelmektedir. En az üç element, buluşu yapan kimyacının çektiği sıkıntıları yansıtmaktadır: Kripton ve lantan isimlerinin ikisi de Yunanca gizli veya saklı anlamındaki kelime köklerinden türemiştir; ayrıştırılma süreci ardı ardına gelen acı verici boyutta sıkıntılı 58 çökeltme işlemi gerektiren nadir toprak elementi disprosyumun adı, Yunanca elde edilmesi zor anlamındaki *dysprositos* kelimesinden gelmektedir. Karanlıkta parlayan radyum ve aktinyum elementleri, isimlerini her ikisi de ışın anlamına gelen, sırasıyla Latince *radius* ve Yunanca *aktinos* kelimelerinden almışlardır. Birdenbire parlayıp tutuşan fosforun Yunancadaki anlamı “ışık getirendir”.

Bazı elementlerin isimleri eskidir. Örneğin altın, gümüş, demir, kalay ve kurşun, fi tarihinden kalma eski Anglosakson kelimelerdir; kükürt ise –Latince yine aynı anlama gelen *sulfurium* kelimesinden gelir– Roma sokaklarında yaygın biçimde kullanı-

lan bir sözcüktü. Aynı şekilde karbon da Latince odun kömürü anlamındaki *carbo* kelimesinden geliyordu. Öte yandan sodyum elementinin adı, karışık bir alkalın tuzları karışımına işaret eden çok amaçlı bir kelime olan Ortağ Çağ'ın soda kelimesinden esinlenilerek verilmiştir; bir başka hikâye ise bu elementi ilk kez ayırtıran Sir Humprey Davy'nin ona 19. yüzyılın başlarında yaygın biçimde kullanılan bir baş ağrısı ilacının adını verdiğini anlatmaktadır.

Elementlerin isimleri, deneysel ve çoğu kez tesadüfi başlangıçlarından büyük birikime sahip mevcut durumlarına kadar, insanoglunun kimya tarihinin tamamını kapsamaktadır. Bu bağlamda, element isimlerini yalnızca atom numaralarına dayandıran standartlaştırılmış bir cetvel benimsememiz yönünde yakın zamanda yapılan bir öneri, tarihi bir yanılıdır. Yeni sistem, keşif ile resmi isim onayı arasındaki zorlu ve çoğu kez tartışmalara yol açan süreçte ağır elementleri ayakta tutmak amacıyla 1980'lerde IUPAC tarafından önerildi. Bu sistemde isimler, doğrudan atom numarası koduna dayanmaktadır. IUPAC, 0 sayısına bundan böyle nil deneceğini kararlaştırdı; 1, un; 2, bi; 3, tri; 4, quad; 5, pent; 6, hex; 7, sept; 8, oct ve 9, enn olarak bilinecekti. Bunların uygun düzende bir araya getirilmeleri, ardından bir son ek *-yum-* eklenmesi, elementlerin mantıklı biçimde adlandırılmalarına imkân sağlar. Böylece, IUPAC kurallarına göre 110. element, 1-1-0+yum veya ununnilyum şeklinde oluşur; 111. element, unununyum; 112. element ise ununbiyumdur. Zamanla bu akıcı yöntem-bilimin *bütün* elementlere uygulanması önerildi. Böylece 1 atom numarasına sahip hidrojen unyum; helyum (2), biyum olacak ve diğerleri de bu şekilde devam edecekti. Bu yöntem, her ne kadar mantıklı ölçüde tekrarlanabilir olsa da dilbilimsel açıdan usandırıcıdır; insan, çok sayıda devasa yabancıları gibi *yum yum* sesleri çıkarıp duran bir oda dolusu IUPAC dili kullanan kimyacıyı gözünün önüne getirmekten kendisini alıkoyamıyor. Bana göre, bu terminolojiden faydalanabilecek yegâne element karbondur (6), çünkü hexyum adının kesinlikle büyüleyici bir cazibesi vardır.

İnsanlar beni ne şekilde görüyorlar bilmiyorum, fakat ben kendimi, gerçekliğin büyük okyanusu keşfedilmemiş her şeyi ayaklarımın önüne sermişken, deniz kıyısında oynayıp, ara sıra daha düzgün bir çakıl taşı veya alışılmıştan daha güzel bir deniz kabuğu bularak oyalanan bir çocuk olarak görüyorum.

Isaac Newton

Yunanlıların, aldıkları ilhamlardan yola çıkarak maddeyle ilgili temel bir kuram oluşturmaya yönelik el yordamıyla ilk girişimlerinden bu yana, elementlerle ilgili görüşümüz köklü değişimler yaşamıştır. Birer birer, başlangıçtaki dört elementin tamamıyla başka şeyler oldukları anlaşıldı: Su bir bileşim; hava bir karışım; toprak bir kümelenme ve ateş kimyasal bir tepkime. Temel maddeler vardır, ama bunlar doğa filozoflarının en akıllısının bile hayal etmiş olabileceğinden çok daha fazla sayıda ve baş döndürücü ölçüde daha karmaşıktırlar. Bugün elementlerle ilgili görüşümüz kesindir: Modern teknoloji, atomun yapısına bakmamıza ve yıldızların kimyasal parmak izlerini almamıza olanak sağlamaktadır. Elementler, 21. yüzyıl dünyasında, gözlemsel bilimin uzmanlık alanı içerisindedirler. Bunların düzenli biçimde temel dört elementin yerine geçmeleri karşısında o temel dört element, eski askerler gibi çoktan ortadan kaybolmuş olmalıydı. Yunanlıların elementleri hâlâ eski bir çağın mirası, Periyodik Cetvel'in mantığının altındaki temel şablon, atomların ardındaki sezgi olarak inatla varlıklarını sürdürmektedirler. Belleğin ağırlığı bunların arkasında gizlidir.

Yunanlıların dört elementi, geleneğin ve zamanın elementleridir. Su, hava, toprak ve ateş, insan aklına iki bin yıldan fazla bir süre hükmetmiştir. Bu dörtlü, yaşamlarımız, dilimiz, sanatımız ve edebiyatımızda kendilerine yer edinecek kadar uzun süredir bizimledirler. Albrecht Dürer, Brueghel the Elder ve M.C. Escher, bu dört elementi sanat alanında ölümsüzleştirmişlerdir; Yunan dörtlüsünün belirtileri, 12. yüzyıl Fars şiirinden Shakespeare'in

oyunları ve T.S. Eliot'un *Four Quartet* şiirine kadar kendilerini her şeyde göstermektedirler. Rüzgâr, yağmur veya havadan etkilendiğimizde bunları hâlâ savaş, cesaret veya elementler tarafından yüz kızartıcı biçimde mağlup edilmiş olmaya yorarız. Çılgın Kral Lear, bunlarla öfkeli biçimde mücadele etti.

Dört element, atasözlerinde ve mecazi anlatımlarda bol miktarda yer alırlar. Köprü'nün altından geçecek sulardan bahsederiz; rüzgâr ekenin fırtına biçeceğini söyleriz; akacak kanın damarda durmayacağını biliriz ve ateşe körükle gidilmemesi gerektiğini tavsiye ederiz. Christopher Marlowe, "Gücü ele geçirmek için göğsümüzde savaşıyor şey, doğanın bizi çevreleyen dört elementidir," derken karakterimizin bu dört elementin en baskını tarafından şekillendiğini açıklıyordu. Bu, durmadan tekrarlanan bir namedir. Toprak, hava, ateş ve suyun kişiliğimizi hâlâ şekillendirdiği söylenmektedir. Hava elementleri, P.G. Wodehouse'un romanlarının avare başkahramanlarında hüküm sürmektedir. Toprak elementlerinin etkisi altındakiler incelikten yoksundurlar, ama güvenilir ve dayanıklıdır: Örneğin, Kipling'in Saxon'u kendi *çöplüğünde* bir öküz kadar inatçıdır. Kızgın mizaçlarımız, asık suratlarımız veya yumuşak kalplerimiz vardır; tutkuyla yanar, ama kedere gömülürüz.

Ne var ki dünyayı ilk kez ve en iyi biçimde onların aracılığıyla öğrenmekte olduğumuz için, bu dört element çoğunlukla güçlerini kullanmaya devam etmektedirler. Bir bakıma, her birimiz bizi çevreleyen karmaşık gerçekliği anlamaya çalışırken Yunanlıların seçmiş oldukları yolu takip ediyoruz. Helen Keller –çocukken geçirdiği kızıl hastalığı nedeniyle kör ve sağır olmuştu– otobiyografisinde, öğretmenini Annie Sullivan'ın ön bahçedeki tulumbadan onun ellerine su döküp, parmaklarını kullanarak Helen'in ıslak avucuna "su" sözcüğünü yazdığında yaşadığı mucizevi olayı tarif ediyordu. "İşte o anda "s-u" kelimesinin ellerimden akan muhteşem serin bir şey anlamına geldiğini öğrendim," diye yazmıştı Helen 1902'de. "O canlı kelime ruhumu uyandırdı, ona ışık,

umut, neşe verdi, onu azat etti!” Hepimizin hayatında böyle anlar vardır. Tıpkı Keller’in kelime ile su arasında kurduğu aydınlattıcı bağıın onun önüne zengin bir dil dünyası sunduğu gibi, bizim elementlerle ilk deneyimimiz de bizlere fiziksel dünyanın zengin çeşitliliğinin kapılarını açmaktadır.

Artık bilgi çağı’nda yaşıyoruz. Psikolojimizi, fizyolojimizi, dişlerimizin düz olmasını ve gözlerimizin rengini, vücudumuzun 100 trilyon hücresinin her birinin çekirdeğinin içerisindeki DNA’da özenle muhafaza edilen nükleotid bazlı üç milyar çift sırasına borçlu olduğumuzu biliyoruz. Gözlenebilir evrenin, her biri trilyonlarca yıldızı barındıran milyarlarca galaksiyi içerdiğini keşfettik; en biçimsiz çakıl taşı ve en sıradan su birikintisinin bile hızla dönen parçacık sıraları olduklarını biliyoruz –bu parçacıklar o kadar küçüktürler ki, bir toplu iğnenin üzerinde 25 trilyon tanesi birden dans edebilir. Gittikçe genişleyen bir harikalar dünyasında yaşıyoruz– bunların bazıları anlaşılması neredeyse imkânsız gibi görünecek kadar büyük, küçük veya olağandışıdır. Bu, elbette bilim dünyasıdır, ama bilimin hepsi bu kadarla sınırlı değildir ve bilimin başladığı yer de kesinlikle burası değildir. Bilim, Yunanlıların hayata başladıkları yerde başlamıştır: Bilim, kavradığımız şekliyle dünya, gördüklerimiz, duyduklarımız, kokladıklarımız, tattıklarımız ve dokunduklarımızla başlar. Dünya hakkındaki görüşümüz; iri kaya parçaları, şelaleler ve göktaşlarından, ayaklarımızın altındaki topraktan, solduğumuz havadan, ayak parmaklarımızı ısıttığımız ateşten ve deniz kıyısında içine daldığımız tuzlu köpükten oluşmaktadır. En başından beri tanıdığımız elementler Yunanlıların elementleridir: Su, hava, toprak ve ateş.

İkinci Bölüm

Su

Yüce Tanrım! Bu faydalı, mütevazı, değerli ve saf nimet suyu bizlere bahsettiğin için sana şükürler olsun.

Assisili Aziz Francis

Güneş Ezgisi

Tarihçi Pliny *the Elder*, birinci yüzyılda kaleme aldığı *Naturalis Historia (Doğa Tarihi)* adlı kitabında, “Yeryüzündeki bütün güçler suyun armağanıdır,” diyordu, aradan iki bin yıl geçmiş olmasına rağmen onun yanıldığını henüz kanıtlamış değiliz. Yunanlıların dört elementlerinin içerisinde su, gezegenimizin temel elementi, yaşamın elementidir. Yaşam onun içinde başladı, onun içinde gelişti, onun içinden çıktı ve çoğaldı. Ve yaşam her nereye gittiyse suyu da beraberinde götürdü: Hücre protoplazmasının yaklaşık yüzde doksanı ve insan vücudunun yüzde yetmişi sudan oluşmaktadır. Medeniyetler suyun etrafında doğmuş ve suyun yokluğunda yok olmuşlardır. Suyun üzerinde ilerleyerek dünyanın uçlarına vardık; onu inceleyerek sanat, icat ve savaş dallarına ayrıldık.

Yaşamlarımız ve dillerimiz su ile beslenir. Su, birçok yönden, beşeri mecazların en zorlayıcısıdır. Değişim ile dönüşümü, kurtarıma ile arınmayı, kurtuluş ile güvenliği, tehlike ile ölümü ifade eder. Zamandan nehir ve rahmetten yağmur olarak bahsederiz. Güç, dalga ve şelaledir; huzur, ormandaki bir su birikintisidir. Çok büyük olan her şey denizdir: Sevgi ve inanç, bilgi ve cehalet, kan ve keder denizlerimiz vardır. Gökyüzü, yıldızlarla dolu bir denizdir; ovalar, çayır; çöller ise kum denizleridir. Ancak diğerle-

ri onun yolunu asla kesemezler; bizim düşünce çerçevemiz toprak veya hava değil, sudur. Su, çok sayıda *susuzluğu* giderir. Manevi, duygusal ve zihinsel boşluklar çöllerdir; ilim, sevgi ve bilgi sudur.

Suyu resim, şiir, düzyazı ve müzikte yüceltiriz. Dört element içerisinde en çok yönlü sese sahip olan sudur. Mırıldanır, fısıldar, geveler, takırdar, güler; kükrer, gürler ve çatırdar. Chopin, Debussy, Ravel, Vivaldi ve Ralph Vaughan Williams sudan esinlenerek besteler yapmışlardı; Kral I. George'un ev sahipliğinde Thames Nehri üzerinde yapılan bir tekne partisi için 1717 yılında bestelenmiş, orkestra eşliğinde çalınan 25 bölümlü bir süit olan Handel'in *Su Müziği*, son derece ünlüydü. (*London Daily Courant'a* göre kral, kraliyet mavnasındaki tahtından bu müziği duyduğunda o kadar etkilenmiş ki "gidişte ve dönüşte bu müziği en az üç kez çaldırmıştı.") 1952, yılında John Cage, *Su Müziği*'nin Handel'in boruları ve kemanlarının yerine kavanozlara boşaltılıp duran çalayan su kullanılan bir uyarlamasını bestelemiştir. Tartışmalara yol açan Cage, müziğin günlük yaşamın sesleri şeklinde etrafımızda gerçekleştiği gibi olmasını destekleyen kişilerden biriydi. Cage'in en çok bilinen eseri *4'33"*, çalındığı süre boyunca dinleyicilerden konser salonunun fon "müziğini" –bu müzik, en azından ilk kez icra edildiğinde, hareketsiz oturmaya çalışan bir oda dolusu sinirli bilet alıcısının kıpırdanmalarıyla doluydu– beğenmelerinin beklendiği dört dakika otuz üç saniyelik bir sessizlikten oluşmaktadır. Cage, amacını *Su Müziği* sayesinde daha iyi vurgulamıştı. Su, herkesin içgüdüsel olarak dinlediği bir müziktir. Çatıya çarpan yağmurun sesiyle uykuya dalmış herkesin bildiği gibi su, gezegenimizin şarkısıdır.

Su ayrıca bir maddenin olabileceği en üst ölçüde tuhaftır ve böylece yüzyıllardır kimyacılar, fizikçiler ve biyologların eğlence

kaynağı olmuştur. Kimya diliyle konuşacak olursak, su hiçbir şekilde bir element değil, bir oksijen ve iki hidrojen atomundan oluşan bir bileşimdir – bu keşif, 18. yüzyılın sonlarına dayanmaktadır. Bu keşfin sahibi, son derece zengin ve hastalık boyutunda aksi biri olan İngiliz kimyacı Henry Cavendish, altmış münzevi yılını bilimsel araştırmaya adamıştı. Başarılarının arasında, her biri sonsuz bir ün elde etmek için yeterli olan, hidrojen ve argonun keşfi ile yerçekimi sabitesinin hesaplanması vardı. Muhtemelen en çok, istem dışı olarak suyun gerçek yapısının aydınlığa kavuşturulmasına yol açan gazlarla ilgili kapsamlı çalışmasıyla tanınmaktadır. Cavendish 1784 kışında yanmakta olan bir kâğıt parçasını, içinde hidrojen (“yanıcı hava”) ve oksijen (“sıradan hava”) olan bir şişenin ağzına götürdüğünde bir patlamaya yol açmıştı. Patlama su üretmişti –bu olayı laboratuvar defterine özenle kaydeden Cavendish, ortaya çıkan maddeye “çiy” adını verdi– ve daha sonraki çalışmalar, suyun iki gazın tekrarlanabilir 2:1 oranındaki bileşiminden meydana geldiğini teyit etmişti. Veriler o denli şaşırtıcıydı ki, suskun Cavendish insanlarla iletişim kurmaya karar vermişti. Elde ettiği sonuçları bir sır olarak Joseph Priestley’e anlattı. Priestley bunları derhal, aynı konular üzerinde çalışmakta olan James Watt’a anlattı; Cavendish’in sekreteri, 1783 yılında Paris’e yaptığı kısa ziyarette, bilgileri Antoine Lavoisier’e aktardı. Bilgileri herkes yayınladı. Sonucu günümüzde bile bulanıklığını sürdüren bu keşfin kime ait olduğu kargaşasından yalnızca Cavendish ve Lavoisier ayakta çıkmışlardır. İngilizler, sonuçta hayati deneyi gerçekleştirmiş olduğu için Cavendish’i; Fransızlar ise sonuçlarla ilgili en iyi açıklamaları sunduğu için Lavoisier’i tercih etmektedirler.

Eğer lisedeki fen laboratuvarı derslerinizden aklınızda kalan tek bir kimya formülü varsa, o da muhtemelen suyun formülüdür: H_2O . Belki de hiçbirini hatırlamıyorsunuzdur. 1997 yılının baharında Idaho eyaletine bağlı Idaho Falls kentinde yaşayan 14 yaşındaki lise birinci sınıf öğrencisi Nathan Zohner, sınıf arka-

daşlarına dihidrojen monoksitin tehlikeleri hakkında (“Dihidrojen Monoksit: Bilinmeyen Katil”) bir rapor sunmuştu. Rapor ürkütücü biçimde, dihidrojen monoksitin (“yanlışıklıkla soluma yoluyla”) yılda binlerce ölüme yol açtığını, asit yağmurunun başlıca bileşeni olduğunu ve “birçok metalin aşınmasını ve paslanmasını hızlandırdığının” gözlemlendiğini açıklıyordu. Gaz halindeyken ağır –hatta ölümcül– yanıklara yol açmaktadır. Bu madde ayrıca bağımlılık yapmaktadır. Bu bağımlılığın geri dönüşü yoktur; tamamen bırakılması ise kesinlikle ölümlü sonuçlanır. Zohner’in öğrenci arkadaşlarının çoğunluğu –50 kişiden 43’ü, yani % 86’sı– bu iğrenç maddenin yasaklanması için derhal bir dilekçe imzalandılar ve Zohner, bu sonuçları kullanarak hazırladığı “*Ne Kadar Safız?*” başlıklı bir sunumla Büyük Idaho Falls Bilim Fuarı’nda birinci olmuştu. Anlaşılan bu fuarda birinci olmasının nedeni, oylamaya katılan öğrencilerden hemen hiçbirinin dihidrojen monoksitin sade su olduğunu fark etmemiş olmasıydı.

Sade su, sade olabilir, ama saf değildir. Sıvılar kuramlarına –gerçekten de müthiş derecede karmaşık bir alandır– yönelik yapılan modern araştırmalar, sonsuz küçük özdeş bilyeleri andıran sayısız küresel parçacıktan oluşan tamamen kuramsal maddeler olan sözde “saf” sıvılar etrafında toplanmaktadır. Bilim adamları, bileşen parçacıkların kuramsal büyüklükleri ve bunların arasındaki kuramsal mesafelerden yola çıkarak, varsayılan sıvının fiziksel yapısı –donma noktası, kaynama noktası, güzel şekilli damlacıkları oluşturma yeteneği– hakkında mantıklı tahminlerde bulunabilirler. Su, bu tür ölçütlere göre son derece tuhaftır. Donma noktası, tahmin edildiğinden düşük, kaynama noktası ise yüksektir. Rugan bir ayakkabının burnu gibi düz ve su geçirmez bir yüzeye damlatıldığında, düz tanelerden ziyade boncuk benzeri küçük damlacıklar oluşturur; dış yardım olmaksızın küçük dar kamışların içlerine doğru ilerler – bu olay, bilimde kılcal etki olarak bilinir.

Suyun tuhaflıklarının çoğu, bir araya getirilme biçiminin bir sonucudur. Cavendish’in bileşiminin modern moleküler model-

leri çoğunlukla Miki Fare'ye benzetilir: Soğan biçiminde bir çift hidrojen kulağı olan şişman bir oksijen kafa. Sudaki hidrojen atomlarının her ikisi de tek oksijenle aynı elektronları paylaşırlar; böylece kimyacılar tarafından kovalent bağlar –moleküler Miki kafasını bir arada tutan şey bunlardır– olarak bilinen sabit ve adil ilişkileri güçlendirirler. Ne var ki hidrojenden çok daha büyük olan oksijen adil hareket etmek yerine görünüşte ortak elektronları oksijen bölgesinin, aslında olması gerektiğinden daha yakınına çekerek tam bir atomik kabadayı olarak hareket etmektedir. Paylaşmayı sevmeyen bu çekim, su molekülüne elektrikselsel olarak asimetrik bir karakter vermektedir. Fazla miktarda eksi yüklü yağmacı elektronları olan oksijen atomu, az miktarda eksi yük elde eder; elektronlardan yoksun hidrojenler de bunun karşılığında az miktarda artı yük elde ederler. Su, kendisini elektrik dipolu kılan farklı yüklü uçlara sahiptir.

Bu elektrikselsel iki kutupluluk nedeniyle su moleküllerinin tamamı, toplu olarak birbirlerini çekerler. Eksi yüklü oksijenler, bitişiklerindeki komşularının artı yüklü hidrojenleriyle geçici ilişkiler kurarlar; öte yandan kendi hidrojenleri, diğer taraftaki oksijenlerle kaçamak ilişkilerde bulunurlar. Ortaya çıkan sonuç –her bir yağmur damlası, su bardağı ve su balonunda mevcuttu– oksijeni hidrojene ve hidrojeni oksijene bağlayan karmakarışık bir molekül ağıdır. Su, bağımsız varlıklar yığını değildir; sosyal bir yapıdır. Bu moleküller arası bağlara –bağımsız su moleküllerini iç kısımdan bir arada tutan kovalent bağlardan yaklaşık on kat zayıftır– hidrojen bağları denir. Bunların aydınlığa kavuşturulması 1954 yılında Linus Pauling'e Nobel Ödülü kazandırdı.

Suyun daha kaba tuhafıkları büyük ölçüde, iç moleküller arası yapışkanlıkları sıvı suya belirli bir oranda içyapı sağlayan hidrojen bağlarına yüklenebilir. Su aslında yapışkandır. Sulu bir yüzey üzerinde birbirine bağlı milyonlarca hidrojen bağı yapışkan bir tabaka oluşturur; öyle ki, su birikintileri, göletler, göller ve dalgalı nehirlerin yüzeyleri, ince lastiksi zarlar gibi hareket

ederler. Bu tabaka, her ne kadar ayağında galoşlarla suyun içinden geçen birinin onu algılaması çok zor olsa da, böcekleri barındıracak kadar dayanıklıdır: Hidrojen bağları patenciler ile böceklerin suyun üzerinden geçmelerine imkân sağlar. Hidrojen bağları yağmur damlalarını bir arada tutar, suyun çok uzun ağaçların yeraltındaki köklerinden en üstteki dallarına dek çıkmasına olanak sağlar ve buzun suyun yüzeyinde kalmasını temin eder. Su, hidrojen bağları nedeniyle, neredeyse evrensel nitelikte bir çözücüdür: Tuz, şeker ve aminoasitler de dâhil olmak üzere hemen her şey suda çözülür. Öte yandan, hücre zarlarının bütünlüğü hakkında çok sayıda anlam taşıyan lipitler suda çözülmez.

Terlemenin bizi bu denli serinletmesinin nedeni hidrojen bağlarıdır. Su, yüksek buharlaşma ısısına sahiptir. Sıvıyı gaz hâline dönüştürmek için fazla miktarda enerji kullanır. Bu durum, çekip ayrılmaları zor olan hidrojen bağlarıyla alakalıdır. Suyun buharlaşması için çevresinden ısı biçiminde enerji emmesi gerekmektedir. Terlemek, solumak veya bir çim fıskiyesinin önünden geçmek bizi serinletir, çünkü buharlaşan su, hidrojen bağlarını birbirinden ayırmak için vücut ısımızı kullanır. Suyun yalnızca buharlaştırılması değil, aynı zamanda ısıtılması da zordur. Su, yapışkan hidrojen bağları nedeniyle yüksek ısı kapasitesine sahiptir. Isınması çok büyük uğraşlar gerektirir ve aksine, bir kere ısıtıldı mı kolay kolay soğumaz. Göller ve okyanuslardaki su, güneşten ısıyı emer ve sonra da bunu bırakmazlar. Böylece yeryüzündeki su, yerküre için büyük bir ısı deposu, devir daim eden muazzam bir elektrikli battaniye ve ısı verici haline gelir. Bu, insanın vücut ısısının korunmasını sağlayan mekanizmayla aynıdır. Büyük ölçüde sudan oluşan ılık kanımızın da yüksek ısı kapasitesi vardır. Kanımız, ısınmaya veya soğumaya karşı direnç gösterir; derimizin dışındaki havada meydana gelen ani değişikliklere rağmen mevcut durumunu korur.

Hepimizin varlığı suyun bir lütfudur. Daha doğrusu –su molekülleri arasındaki zayıf bağlantı, yalnızca bir nanometre uzun-

luğundaki bir alan üzerinde faaliyet gösteren– hidrojen bağının bir lütfudur.

“İnsanoğlu suda yaşayan bir hayvan değildir,” diyor doğa bilimci Hal Borland, “fakat gençlik merakıyla bir ırmağın kenarında durduğumuz andan yaşlılığımızda oturup denizin sonsuz dalgalarını izlediğimiz ana kadar dünyadaki sulara karşı güçlü bir yakınlık duyarız.” Bu gayet doğaldır. Tales’in ana elementimiz olarak suyu seçmesi, sağduyulu bir hareket olduğu kadar ileri görüşlü bir kimya çalışması örneği değildi. Su, dünyamızın ayırt edici özelliğidir. Dünyamız suyla doludur; yeryüzü uzaydan bakıldığında, sulu ve mavidir. Yeryüzünün üçte ikisinden fazlası –toplam 326.127.000 km²– suyla kaplıdır; suların çoğu, birbirine bağlı dört okyanus Kuzey Kutbu, Hint, Atlas ve ilk baktığında onun huzur verici olduğunu düşünen Macellan tarafından maalesef yanlış isimlendirilmiş olan Pasifik* okyanuslarında bulunmaktadır. Bu uçsuz bucaksız su kütlelerine bakacak olursak, eski çağlardaki insanların, neden dünyalarının sonsuz bir denizle çevrili bir ada olduğu inancına kapılmış olduklarını; ve Samuel Taylor Coleridge’in rüzgâr olmadığı için denizin ortasında kalan *ihiyar denizcisinin* neden “Su, su, her yerde su”, diye feryat ettiğini anlamamız hiç de zor değildir.

Çok büyük su stoklarımız belki de eşsizdir. Su, evrenin başka bir yerinde de bulunmuştur, ama yalnızca bizim gezegenimizde yüzeyde sıvı halde, içinde oynamaya, yıkanmaya, üzerinde gitmeye ve bir kadeh viskiyle karıştırmaya uygun biçimde bulunur. Ancak suyun bol olması, nedense, onun değerinin yeteri ölçüde bilinmemesine yol açar.

Walden Gölü’nün kıyısında el yapımı kulübesinde basit bir hayat süren Henry David Thoreau, suyun akıllı insanlara özgü bir

* Pasifik kelimesi İngilizcede sakin, huzurlu, barışçı anlamındadır. (Çev.)

içecek olduğunu iddia ettiyse de, birçok kültür geleneksel olarak bunun tersini düşünmüştür. Onlara göre su, insanları asabi, cimri ve aşırı ciddi yapıyordu. Ağzına içki sürmeyen Demostenes, liberal akranlarının anlattıklarına göre, bütün zamanını yazı masasının üzerine abanarak geçiriyor ve asla kimsenin şakalarına gül-müyordu. Öte yandan, şarap içenler ise cana yakın, neşeli, yaratıcı, tutkulu ve entelektüel konuşmalardan hoşlanan insanlardı. Yunanca kökenli *sempozyum* –bugün artık ciddi bir ilim olayıdır– şarap içme partisiydi. Yunan şair Cratinus, “Şarap Şişesi” adlı oyununda “Su içen birinin asla zeki bir insan doğuramayacağı-nı” belirtiyordu ve Romalı şair Horatius, felaket tellalı edasında, su içen biri tarafından yazılmış şiirlerinin sonraki kuşaklara aktarılmalarının pek de beklenemeyeceğini söylüyordu.

Su içme ve su dışında hiçbir şey içememe gibi korkunç bir olasılıkla karşı karşıya kalan ilk Amerikan sömürgecileri, evlerine kederli mektuplar gönderiyorlardı. Kraliçe Viktorya dönemindeki su dışında bir şey içemeyen gezginler sudan bıkmışlardı; Emily Post, 20. yüzyılın başlarında yazdığı bir notta, “Tek başına duran bir su bardağı, masayı yavan ve süssüz kılar,” diyerek ev sahibesini ikaz ediyordu. Yemek masasında oturan herkesi için beyaz İspanyol şarabı, Bordo şarabı veya en azından zencefilli gazoz dolu iki şarap kadehinin olmasını öneriyordu. Bir 19. yüzyıl senatörü, içki karşıtı Rutherford B. Hayes tarafından verilen bir Beyaz Saray partisine katıldıktan sonra kinayeli bir dille, “Harikulade bir olaydı; su, şampanya gibi akıyordu,” demişti.

Tüm bu dar görüşlü yakınmalara rağmen, suyun olağanüstü bir madde olduğu ve ona sahip olmamızın harikulade bir şans olduğu gerçeği hâlâ ortadadır. Mevcut biyoloji kuramı, sıvı suyun, ısı ve karmaşık karbonhidratlarla birlikte yaşamın temel üç bileşeninden biri olduğunu belirtmektedir. Evrenimizde diğer ikisine rastlanması çok da zor değildir, ama su kesinlikle nadir bulunan bir şeydir. Gezegenlerin çoğu ya kavrulmuş ya da donmuş çöllerdir. Görünüşe göre Mars bir zamanlar sıvılaşmış: NASA’nın

çoşkuyla Spirit ve Opportunity olarak adlandırdığı ikiz uzay araçlarından yakın zamanda alınan çok sayıda veri, Mars'ın, üzerinde su olan bir gezegen olduğunu göstermektedir. Yüzeydeki kanallar ve küçük vadiler, geçmişte burada nehirler olduğunu göstermektedir; tortul biçimli katmanlar ve yüzeydeki kayaların üzerindeki dalga şekilleri, geçmişteki göllerin ve sığ denizlerin göstergesidir. 2004 yılının başında Mars'ın yüzeyindeki Meridiani Planum ovasına paraşütle indirilen Opportunity, kendisini kat kat birikmiş tortullardaki incilere benzeyen ufacık küreciklerle –NASA gözlemcileri bunlara hemen “çayüzümleri” ismini verdiler– dolu geniş bir düzlükte bulmuştu. Bunların mineral yapıları, onlarca –hatta yüzlerce– bin yıl boyunca tekrarlanan bir döngü içerisinde dolan, kuruyan ve tekrar dolan tuz göllerinden oluşan bir Mars yüzeyine işaret etmektedir. Yine de, soğuk kızıl yüzeyin altında bir yerlerde hâlâ su olabilmesi ihtimaline karşın –bilim adamları artık Mars'ın gömülü akiferleri hakkında tahminlerde bulunmaktadırlar– kurumuş zeminin üzerinde mevcut pek fazla sıvı birikintisi görülmemiştir.

Jüpiter'in sırasıyla en büyük ve dördüncü büyük uyduları olan Ganymede ve Europa'nın donmuş tabakalarının altlarında sıvı okyanuslar olabilir, ama bunlar buzun en az dört kilometre altındadır. Satürn'ün uydusu Titan, –Merkür gezegeninden büyük, kalın bir turuncu sisle kaplı bir uydudur– Avrupa Uzay Dairesi'nin Ay'ın yüzeyine Ocak 2005'te indirdiği Huygens araştırma aracının gönderdiği görüntülere göre bir buz ve katran diyarı olarak görünmektedir. Uzaktaki Pluton'un üzerinde su vardır, fakat bu su donmuştur; Ay'ın üzerindeki su –NASA'nın bir tahminine göre 1300 milyon tonu– yalnızca Ay'ın toprağının üzerine saçılmış donmuş buz kristalleri şeklinde bulunmaktadır.

Grimm Kardeşler'in toplu eserlerinin içinde “Yaşam Suyu” adlı bir masal vardır. Bu masalda, canlandırıcı bir yudumu hasta bir kralı iyileştirecek sıvının bulunması için yapılan araştırma anlatılır. Ne yazık ki bütün iyi masalarda olduğu gibi, bu olağanüstü

içeceğın bulunması zordur. Günümüzdeki bilim adamları bu noktada hemfikirdirler. Aslında, şimdiye kadar bildiğimiz kadarıyla yalnızca bir gezegende su vardır. İşte bu, bizim yaşadığımız gezegendir.

Birçok kültürün efsanelerinde su, başlıca gizem ögesidir. Çoğu kez ilk madde, yaratılış başlamadan önce her şeyi yaratmış olan nesne olarak varsayılır. Başlangıçta, eski Mısırlılara göre, sonsuz deniz dışında hiçbir şey yoktu. İlk işi bir tepe yaratmak olan güneş tanrısı Atum, denizin derinliklerinden doğmuştu. Japonlara göre dünya, tanrı Izanagi ve tanrıça Izanagi cennetten aşağıyı merakla izlerken yeryüzünü kaplayan sonsuz okyanusun altında ne olduğunu merak ettiklerinde oluşmuştu; Izanagi değerli taşlarla süslü mızrağını dalgaların altına sokup bir miktar çamur yığını çıkarmış, işte Japon adaları bu çamurlardan oluşmuştu. Nijeryalı Yoruba halkı, dünyanın, gökyüzü tanrısının oğlu Oduduwa gökyüzünden devasa bir zincir sarkıtarak elinde bir avuç dolusu toprak ve beş parmaklı sihirli bir tavukla yeryüzüne indiğinde oluştuğunu iddia etmektedirler. Toprağı sonsuz suyun üzerine döküp ardından da bunu eşeleyip kazınması için tavuğu toprağın üzerine bırakmış, böylece tavuk, ilk kuru bölgeyi oluşturmuş. Kuran'a göre bütün canlılar, cennetten ve yeryüzünden önce var olan su tarafından meydana getirilmişti. Eski Ahit'in Yaratılış kitabına göre ise su, Tanrı'nın onun görünüşü içerisinde hareket ederek gece ile gündüzü yarattığı İlk Gün'de bile vardı. Tanrı kuru toprağı daha sonra, Üçüncü Gün'de yaratmıştı.

Günümüzdeki bazı yorumcular, her şeyin başlangıcında var olan bu suyun açıkça karmakarışık bir hiçliği, içerisinde yaklaşık 14 milyar yıl önce meydana gelen tesadüfi bir vakum dalgalanmasının, bugün Büyük Patlama olarak bilinen kâinatın oluşma sürecini başlatarak anlaşılması imkânsız boşluğun basit bir tasvirini

temsil ettiğini öne sürmektedirler. Efsaneler belki de gerçek sudan bahsetmektedirler; gelgitin çekimine ve nehirlerin taşkınlarına son derece bağımlı olan ilk efsane üreticileri, susuz bir dünya hayal edememiş olabilirler. Ne var ki dünya, başlangıçta sudan neredeyse tamamen yoksunmuş. Çoğu jeofizikçi, sağlam ve tamamen farklı bir madde olan suyun, ancak –yaklaşık dört milyar yıl önce Prebiyotik döneminin sonunda– dünyanın katılaşması ve atmosferin oluşmasının ardından ortaya çıktığını varsaymaktadır.

Prebiyotik dönem, yeryüzünün 4.5 milyar yıllık tarihinin yaklaşık ilk 700 milyon yıllık bölümünü kapsamıştı. Sıcak ve cehennem andıran bu dönemde henüz emeklemekte olan gezegenimiz; göktaşları, asteroitler ve aralarında Ay'dan kopan Mars büyüklüğünde bir kayanın da olduğu gezegen parçalarının durmak bilmeyen bombardımanı altındaydı. Bu dönemin kapanışı, oldukça hırpalanmış olan yeryüzünün katılaşp, soğuduğu nispeten sakin Arkeen dönemini –3.8 ila 2.5 milyar yıl önce– başlatmıştı. Tıpkı dünya gibi su da tüten buhar biçiminde, çatırdayan kayalardan süzölmeye başlamıştı. Buhar yükselmiş, sıvı su damlacıklarına dönüşeceği atmosfere yükselirken soğuyup genişmiş ve sağanak yağmurlar hâlinde tekrar tekrar yeryüzüne düşmüştü. Bilim adamları, Arkeen döneminde başlayan yağmurun bin yıl boyunca sürmüş olabileceğini tahmin etmektedirler – tüm yerküre çapında büyük bir muson yağmuru hâlinde eski kıtaların üzerinde gürlemiş ve gelecekte okyanus olacak uçsuz bucaksız çanakları doldurmuştu. Bu geleneksel dogmaya göre denizler, yalnızca birkaç bin yıllık etkili sağanak yağmurla meydana gelmişti. Ne var ki bir başka kuram, sürecin çok daha uzun sürdüğünü ve suyun uzaydan geldiğini öne sürmektedir.

1 Nisan 1986'da Louis Frank'in okyanusların yaratılışı hakkındaki kuramı yaygın basına şimşek gibi düştü. Bu tarihten bir ay önce, mütevazı biçimde "*Küçük Kuyrukluyıldızların Dünya'nın Atmosferine Akınları Hakkında*" başlığı verilen birkaç sayfalık makalede anlatılan bu kuramı biraz daha az bilinen *Geoph-*

ysical Research Letters dergisinde yayınlanmak üzere kabul edilmişti. Iowa Üniversitesi'nde fizik hocası olan Frank, uydu fotoğraflarından aldığı kanıtlara dayanarak, yeryüzünün sürekli olarak devasa buzul parçalarının –dünya dışından gelen iki yatak odalı bungalow büyüklüğündeki kar toplarının– bombardımanı altında olduğu sonucuna varmıştı. Üstelik yapılan hesaplamalar, bunların sayılarının çok fazla olduğunu gösteriyordu: Yeryüzüne üç saniyede bir –yani günde 25.000, yılda ise 10 milyon– buzlu kuyruklu yıldız düşüyordu. Her kuyruklu yıldız, atmosfere girdiğinde parçalara ayrılarak ortaya yaklaşık 100 ton su çıkarıyordu. Günlük toplam miktar 2300 milyon litreydi. Bu rakamı gezegenin bütün yüzeyine vurduğunuzda pek bir anlam ifade etmez –yılda yalnızca 0.00025 milimetrekarelik alanı kaplayan su demektir– fakat buzlu kuyruklu yıldızların oluşturdukları sürekli yağışların bir anlamı vardır. Dünyanın 4.5 milyardan uzun ömrü boyunca Frank'in kozmik su bombaları okyanusları taşma noktasına getirebilirdi.

“İnsanın içinde denizin dinginliği vardır,” diyor Hintli şair Rabindranath Tagore. Bu, düz anlamlı olduğu kadar mecazi bir gerçekliktir de; bizler sudan yaratılmışızdır. Aslında yürürken kırkamalyız; yetişkin bireylerin ağırlıklarının yaklaşık % 75'i sudur. Vücutlarının yaklaşık % 90'ı su olan yeni doğmuş bebekler neredeyse domates (% 93.5'i sudur) kadar suludurlar; ve yediklerimizden çoğu –çubuk krakerlerin dışında– suludur. Kerevizin sapının % 95'i, karpuzun % 97'si, hatta katı patatesin bile % 80'i sudur. Kan, çok fazla olmamakla birlikte sudan daha kalındır. Kanın damarlarımızda dolaşan akıcı kısmı plazmanın % 92'si sudur; ayrıca en iyi ve en zeki insan beyinlerinin bile üçte ikisi saf H₂O'dan ibarettir.

Su, fiziksel yapımıza hükmetmesinin yanı sıra, muhtemelen evrimimize de yön vermiştir. İnsan evrimiyle ilgili, genellikle “sa-

van teorisi” olarak bilinen ve geniş çaplı kabul gören görüş, üç milyon yıl önce Doğu Afrika’nın ağaçlarından inip dik yürüyerek, yiyecek arayarak ve aslanlardan sakınarak ekvatorial otlaklarda ilerleyen, ağaçta yaşayan primatların neslinden geldiğimizi öne sürmektedir. Savan senaryosunda, atalarımız azimle karada kalmışlardı. Sucul kuyruksuz maymun teorisine (AAT)* göre ise denize girip orada kalmışlardı.

İlk kez 1960 yılında denizbilimci Alister Hardy tarafından ileri sürülen ve ardından da yazar Elaine Morgan tarafından desteklenen AAT, insan öncesi canlılar olan atalarımızın su içinde evrim geçirdiklerini iddia etmektedir. AAT’yi savunanlar, bugünkü özelliklerimizin birçoğunun suda yaşamaya alışkın hayvanlara özgü şeyler olduğuna dikkat çekmektedirler. İnsanoğlu neredeyse tüysüzdür – baştan aşağı kıllı maymunlardan ziyade parlak derili balina ve yunuslara benzeriz. Bizler ayrıca etine dolgun varlıklarızdır. İnsanlar, bizim büyüklüğümüzde bir memeli hayvanda olması beklendiğinden on kat daha fazla yağ hücresine sahiptir. İnsanların bebekleri kısa boylu ve tombul doğarlar; her biri, yeni doğmuş sıksa bir şempanzeden altı kat şişmandır. Bir tahmine göre fazla kilomuz, muhtemelen bir zamanlar bizleri suyla kaplı çevremizin soğuşuna karşı korumuştur; ayrıca batmamızı önleyerek suyun üstünde kalmamıza yardım etmiş olmalıydı. Çıkıntılı büyük burunlarımız vardır ve kafalarımızı sudan çıkardığımızda daha kolay nefes almamızı sağlarlar. Soluk kesilmesi –korkunç veya beklenmedik bir şeyle karşılaştığımızda içimize çektiğimiz hava– cesaretin derin bir nefes alıp kötülüğün içine daldığı çok eskilerde su içinde geçen hayatımızdan kalma bir şey olabilir. Kadınların göğüsleri bile varlıklarını suyla kaplı eski doğal ortamlarına borçlu olabilirler: Morgan şişkin göğsün, suyun içindeki tıknaz bebeğin meme emerken tutunabildiği kişisel bir yüzme aygıtı olarak geliştiğini ileri sürmektedir.

* Aquatic Ape Theory (Çev.)

ATT'nin bazı savunucuları, insanoğlunun konuşma tarzının sudaki yaşam biçimi tarafından yönlendirilmiş olduğunu öne sürecek kadar ileri gitmektedir: Gürültülü dalgaların üzerinden duyulmak ve anlaşılmak için anlamlı biçimde bağırmaı öğrenmemiz gerekiyordu. Tüm bunlardan sonra elbette hepimiz suyu severiz. Suyu kedi gibi nefretle yaklaşan çoğu primatın aksine, onun içine girdiğimizde çok mutlu oluruz. Suyun içinde oynar, gezinir, yüzer, tüple dalar ve su kayağı yaparız, balık tutarız, teknelerde hiçbir şey yapmadan aşırı zaman harcarız. ATT savunucuları, suya olan sevgimizin muhtemelen bulanık evrimsel belleğimizin bir sonucu olduğunu iddia etmektedirler; su topundan bikiniye kadar her şey, varlığını eski hominidlerin kumsala ilk ayak bastıkları günlere borçludur.

Şempanzeler, sıska olmaları nedeniyle taş gibi dibe batarlar, insanlar ise tombul olmaları nedeniyle suyun üzerinde dururlar. Bunun nedeni, bütün görünenlerin aksine, suyun yoğunluğunun bizimkinden daha fazla olmasıdır. Ortalama erkek vücudunun yoğunluğu 0.980 kg/litre; ortalama ve çok az daha şişman kadın vücudunun yoğunluğu ise 0.968 kg/litredir. Buna karşı, saf suyun yoğunluğu 1 kg/litredir ve bu da suyun ağır olduğu anlamına gelmektedir: Bir kova dolusu su 11 kg ağırlığındadır. Daha da yoğun (1.025 kg/litre) olan deniz suyunun üzerinde daha iyi dururuz. Aşırı tuzlu ölüdenizlerde –o kadar yoğun bir su kütesidir ki, üzerinde dalga oluşmaz– mantar tapaları gibi sallanıp dururuz.

Öte yandan, insanlar genel olarak yüzmeyi sevseler de bu doğuştan gelen bir şey değildir. 1586 yılında Cambridge'deki St. John's College'ın akademisyenlerinden Everard Digby, yüzme sporu üzerine yazmış olduğu kitabı *De arte natandî*yi yayınladığında, büyük bir iyimserlikle, insanların balıklardan daha iyi yüzücüler olduklarını iddia etmişti. Bu tamamen yanlıştı. Sonuçta kitap, fakültenin göletinde meydana gelen (balıklarda rastlanmayan) bir dizi boğulma olayından esinlenerek yazılmıştı; ayrıca suyun gerçek sakinleriyle ilgili çalışmalar, deniz altı konularında

onların bizlerden çok daha iyi olduklarını göstermektedir. Balıklar çok daha az enerji harcayarak çitaların koştukları kadar hızlı yüzerler. Denizdeki en hızlı balık olan yelken balığı saatte 110 km, derin deniz balıkçılarının en sevdikleri balık kılıçbalığı saatte 80, yunus ise saatte 48 km hızla ilerler. İnsanlar ise balıklara göre salyangoz hızıyla yüzerler; Olimpiyat altın madalyalı yüzücü bile saatte yalnızca 7 km hızla yüzebilir ve bu hıza da ancak binlerce vata eş değer güç harcayarak ulaşır.

Su bizi destekler, fakat aynı zamanda engeller de. Bir nesne bir ortamdan geçerken –örneğin bir yüzme havuzunun suyunun içinden geçen yüzücü– onun yanından hızla geçen sıvı, geri sürüklenme denen sürtünme benzeri bir direnç oluşturur. Suyun ilerlediği yöne doğru ilerlemek –tıpkı parlak kurşuna benzeyen uzun burunlu yunusların yaptıkları gibi– geri sürüklenmeyi azaltır; yunusun dar kafası ve düzgün böğürleri, suyun derinliklerinde ilerlerken akışta aksamayı asgariye indirir. İnsan yüzücüler de benzer şekilde dümdüz uzanıp, mümkün olduğunca yunus gibi yüzmeye çalışarak geri sürüklenmeyi azaltırlar; aslında yumrulu insan vücudunun sınırlarını düşünecek olursak, bu yöntem belli bir oranda işe yarar. Yüzmenin bu kadar çaba gerektirmesinin nedeni geri sürüklenmedir. Örneğin karada kuru bir zemin üzerinde koşarken harcanan enerjiyle, bel hizasındaki suyun içerisinde yavaşça koşarken harcanan enerjiyi karşılaştıralım. Su, havadan 800 kat daha yoğundur ve yavaşlatıcı etkisi hızdaki en ufak artışla birlikte daha da güçlenir. Bir yüzücünün havuzdaki süratini ikiye katlaması için, güç üretimini üç veya sekiz katına çıkarması gerekir. Bu, yapabileceğimizden çok fazlasıdır. Bizler su içinde ağır ilerleyen, hantal ve sınırlarını zorlayan varlıklarızdır. Suya olan sevgimizin fiziksel sınırları vardır. Kaplumbağalar bile bizden beş kat hızlı yüzerler.

Eski Mısırlıların yüzmeye ilgili bir hiyeroglifleri vardı. Yüzerken gösterilen yüzücüler, Mısır'ın yarı kabartmalarının, Asur'un taş oymalarının ve Pompei'deki mozaiklerin üzerinde

tasvir edilmişlerdi. Spor tutkunu Yunanlılar yüzmeyi çok seviyorlardı –birisini “ne koşabilen ne de yüzebilen” şeklinde tanımlamak eski Yunanlıların kullandıkları acı hakaretlerden biriydi– ama anlaşılın bu sporu orijinal Olimpiyat Oyunları’nın yarışmalarından biri yapacak kadar sevmiyorlardı. Batı dünyasında yüzmeye, askeri eğitimin temel bir ögesi olarak görülüyordu: Jül Sezar ile Şarلمان iyi yüzücülerdi ve insanların yüzmekten kesinlikle uzak durdukları Orta Çağ’ın en karanlık dönemleri boyunca şövalyeler, üzerlerinde zırhlarıyla yüzmeye teşvik ediliyordu. Elbette çoğu bunu beceremiyordu. Tam yüklü bir zırhlı levha 30 kilo olabiliyordu.

Yüzme öğrenme eylemi ister doğuştan gelen bir yeti olsun ister olmasın, aslında bize özgü bir ustalık işi olmadığı için hayret vericidir. Ebeveynlerin ve yüzme öğretmenlerinin en başından beri söyledikleri gibi, suyun, inanılmaz biçimde, bizi kaldırdığını keşfettiğimiz günü çoğumuz hatırlarız. Bu, korkuyla karışık heyecan içerisindeki yetişkin kuşların yuvadan birdenbire atılıp kendilerini havada uçarken buldukları anda hissettikleri türden bir duygudur. Su, başka hiçbir yerde yaşayamayacağımız –muhtemelen planör uçuşu veya Uluslararası Uzay İstasyonu’nun neredeyse yerçekimsiz koridorları dışında– biçimde bizi yerçekiminden bağımsız kılar. Yüzmek, havada süzülme. Yüzmek veya yüzememek –belki de bu nedenle– insanoğlunun sayısız çabaları için kullanılan önemli bir mecazdır. Örneğin *denizde rahatça yol aldığımızda* işlerimiz yolunda gidiyor, maddi durumumuz yerinde ve hayat bize oldukça iyi davranıyor demektir. *Suyu aştığımızda* önümüzde daha iyi günler olduğunu ümit ettiğimiz bekleme dairesindeyiz demektir; *su boyumuzu aştığında* ise imkân ve kabiliyetlerimizi aşan çok büyük meselelerle uğraşıyoruz demektir. Suda batma, sıkça felaket kelimesinin eş anlamlısı olarak kullanılır: Batan kalp, mutsuzluğun ve umutsuzluğun işaretidir, batan duygular felaketin alametleridir ve mali veya siyasi olarak dibeye çökmekte olan herhangi bir şey, genellikle batan bir gemiye

benzetilir. Bu sebeple *Titanic* faciasının yıldönümünün Amerikalıların gelir vergilerini ödedikleri güne denk gelmesinin manidar olduğunu düşünmüşümdür.

İnsanlık tarihinin bilinmeyen bir noktasında civardaki göl, gölet, dere veya ırmaklardan birine hızla –ve muhtemelen kazara– yapılan bir dalış, eğlenceli ve zevkli geçen yıkanma eylemine dönüşmüştü. Yıkanmak hayvanlar âleminde bilinmeyen bir şeydir: Tavuklar, çinçilyalar, hamsterlar, kirpiler ve gergedanlar toprak banyosu yaparlar; hayvanların en titizi olan kedi, pütürlü dilini kullanarak kendisini ovalayıp temizler. İnsanoglu içinse temizliğin ortak unsuru sudur.

Su pisliği, kiri ve teri temizler; bizleri daha sağlıklı, daha hoş kılar ve kendimizi iyi hissettirir. Eski Mısırlılar duş alırlardı; evlerinde drenaj kanalları ve yıkanan kişinin, köleler onun üzerine taslarla su dökerken, üzerinde oturduğu veya ayakta durduğu ki-reçtaşından levhaların olduğu küçük odalar vardı. Girit'teki Knossos sarayında yapılan kazılar, MÖ 18. yüzyılda Minos medeniyeti halkının, cezbedici su motifleriyle boyanmış çömlek küvetlerde yıkandıklarını göstermektedir. Antik Yunan'ın spor salonlarında sıcak ve soğuk duşlar vardı; banyoyu toplumsal bir olgu olarak gören Romalılar, mermerle kaplı; aynalar, mozaikler, cam tavanlar ve gümüş musluklarla süslenmiş ısıtılmalı lüks hamamlar inşa etmişlerdi. Bir su parkı ile lüks bir otelin arasında yer alan Caracalla hamamları, 28 hektarlık bir alan üzerine kuruluydu ve soyunma odaları, masaj odaları, buhar banyoları, *natatio* (açık hava yüzme havuzu), *caldarium* (sıcak su banyosu), *frigidarium* (soğuk su banyosu) ve ılık sularının şifalı olduğu düşünülen *tepidariuma* yayılmış 1600 kişiyi ağırlıyordu. Bunların arasında, banyocuların içinde çok kısa süre durdukları son derece sıcak bir banyo olan *laconicum* da vardı. Bu isim, sakinlerinin kısa ve ar-

kası gelmeyen konuşma biçimlerinin günümüzdeki “*laconic*” kelimesini doğurduğu Laconica eyaletinden türemiştir. Caracalla'nın hamamları, MÖ 216 yılından istilacı ve son derece pis Vandalların hamamlara su sağlayan su kemerlerini yok ettikleri MÖ 537 yılına kadar 300 yılın üzerinde hizmet vermişti.

Barbarların istilası ve ardından Roma İmparatorluğu'nun yıkılması, Batı Avrupa'da banyosuz geçecek uzun bir dönemi başlatmış oldu. Vücuda özen gösterilmesinin ruhun esenliğine zarar verdiğini düşünen ilk Hıristiyanlar, çoğunlukla banyo yapmak istemeyen veya nadiren yapan kişilerdi. Aziz Benedikt, banyo yapmayı dermansız insanlara serbest bırakmıştı. Kraliçe I. Elizabeth, her ay bir kez banyo yaparak –oysa halk içinde böyle bir alışkanlık yoktu– kraliyet ailesinin temizliği konusunda eşsiz bir adım atmıştı. Samuel Pepys'in eşi 1607 yılında banyo yaptığında bu olay, kocasının günlüğünde yer alacak kadar önemli bir şeydi.

Amerikan kolonilerindeki ilk banyo küvetinin Benjamin Franklin'e ait olduğu söylenmektedir. Franklin bu küveti, banyo konusunda oldukça ilerlemiş Fransa'dan almıştı. Franklin'in dönüm noktası niteliğindeki bu alışverişinden yaklaşık yarım yüzyıl önce XIV. Louis, yenilenen Versay Sarayı'nın kral daireleri için her biri üç buçuk metre genişliğindeki pembe renkli sekizgen mermerden altı tane küvet yaptırmıştı. (Kral bu küvetlerde pek nadiren yıkanmıştı –mermer soğuktu– ve devasa küvet sonunda bahçe fiskeyi olarak kullanılmıştı.) Daha az soylu kişilere yönelik sade küvetler 18. yüzyıl boyunca giderek yaygınlaştı. Bu tarzın tipik örneği olan Franklin'in bakırdan yapılmış küveti kabaca ayakkabı biçimindeydi –bu sebepten ötürü “terlik” veya “bot” küvetleri olarak biliniyordu– ve burun kısımlarında bir süzgeç vardı. Küvette ayrıca bir rahle de bulunuyordu. Yaşadığı dönemin çok çok önünde bir adam olan Franklin, burada kitap okuyarak uzun saatler geçiriyordu. Ne var ki buna karşı çıkan dargörüşlü

* İng. Az ve öz (Çev.)

insanlar, banyo yapmanın ateşli romatizmaya ve solunum rahatsızlıklarına yol açtığını iddia ediyorlardı. Gürcistan kraliyet ailesinden bir dükün ise insanı temiz tutan şeyin su değil de ter olduğunu buyurduğu duyulmuştu. Bazı siyasi çevrelerde küvetler gerçekten de tehlikeliydi. Fransız Devrimi'nin Jakoben liderlerinden Jean-Paul Marat, Jirondist Charlotte Corday tarafından küvetinde bıçaklanarak öldürülmüştü.

“20 Aralık günü, Amerikan tarihindeki en önemli bayağı yıldönümlerinden biri, yani banyo küvetinin Birleşik Devletler'e girişinin 75. yıldönümü, kesinlikle kimse fark etmeden, hızla geçip gitti.” H. L. Mencken'in bu sözleri, *New York Evening Mail*'in 28 Aralık 1917 tarihli baskısında yer almıştı. Mencken, ilk küvetin 1842 yılında, banyo yapma alışkanlığını İngiltere'ye yaptığı iş seyahatlerinde edinmiş olan hububat ve pamuk satıcısı Adam Thompson'un Cincinnati'deki evine döşenmiş olduğunu belirtiyordu. 2.1 metre uzunluğunda ve 1.2 metre genişliğindeki küvet parlak Nikaragua maun ağacından yapılmış, içi kurşun levhayla kaplanmıştı ve 795 kilo ağırlığındaydı. Küvetin kullanıldığı ilk gün Thompson, biri sabah diğeri de ikindi vaktinde olmak üzere iki kez banyo yapmıştı. Banyo küveti, Cincinnati'den Amerika'ya yayıldı: Millard Fillmore (1850 yılında yaptığı bir kampanya seyahatinde Thompson'un küvetine hayran kalmıştı) Beyaz Saray'a ilk banyo küvetini döşetti. General McClellan, Amerikan Ordusu'nu banyo küvetiyle buluştururken, yardımsever Pensilvanyalılar ise 1870 yılında Philadelphia'daki Moyamensing Hapishanesi'ne bir tane döşeterék banyo küvetini suçlularla tanıştırmışlardı.

İşte ünlü ve hâlâ çokça anlatılan banyo küveti palavrası'nın özeti budur. Bunun tek bir kelimesi bile doğru değildir; Mencken her şeyi, Thompson, Fillmore, McClellan, Nikaragua maun ağacını uydurmuştu. Bunları ancak dokuz yıl sonra itiraf edecekti –“Makale büyük saçmalıklarla dolu bir kâğıt parçasıydı,” diye yazacaktı (gecikmeyle 1926 yılında)– ancak itiraf fazla gecikmişti: 1926 yılına kadar banyo küveti palavrası çoktan hayat bulmuştu.

Boston Herald, o senenin haziran ayında bu palavradan gerçek olarak bahsediyordu; bunu ekim ayında *Scribner's* dergisi izledi. Sonraki on yıl boyunca Mencken'in uydurduğu banyo küveti bilgileri birkaç kitap, Kentucky Sağlık Dairesi'nin bir bülteni, *New York Times*, *Tucson Star*, *Chicago Daily News* ve hatta –düzmece banyo küvetinin 100. yıldönümü olan 1942 yılında– Mencken'in kendi gazetesi *Baltimore Sun*'da yer almıştı. Bugüne kadar Millard Fillmore hakkında genelde bilinen tek gerçek, zararsız bir başkan olmasının yanı sıra, Beyaz Saray'a (anlatıldığına göre) ilk banyo küvetini döşetmiş olmasıdır.

“Sıcak bir banyonun iyileştiremeyeceği birkaç şey olmalıdır, ama ben bunların çoğunu bilmiyorum,” diye yazıyordu Sylvia Plath, 1963 tarihli gerilim yüklü ve yarı otobiyografik romanı *Sırça Fanus'ta*. Plath, duygusal esenliğini geri kazanmak istiyordu; banyo, geleneksel olarak fiziksel açıdan zayıf insanlar için de önerilmektedir. Uzun ve karanlık Orta Çağ'dan sonra yeniden güçlenen popülaritesi, insanların temiz olma arzularından ziyade sağlıklı olma umutları sayesinde canlanmıştı. Sağlık için yapılan banyonun izleri antik Yunanlılara –Hipokrat buna iyileştirici banyo diyordu– kadar uzansa da Roma İmparatorluğu'nun çöküşünden sonraki yüzyıllarda, suyun harici kullanımından ihtiyatla sakınılmıştı. (Yemeklerden önce ellerin yıkanması istisnai bir durumdur, zira parmakların başlıca yeme araçları olduğu günlerde bu bir ihtiyaçtı. Orta Çağ'ın *Nezakat Kitabı*, yemeklerden önce ellerin yıkanması gerektiğinde ısrar etmekle kalmıyor, kibar olmak isteyenleri kirli tırnaklara ve yemekler esnasında köpeklerle oynamaya karşı da uyarıyordu.) Banyonun her derde deva bir eylem olarak yeniden ortaya çıkması 17. yüzyılın sonunu bulmuştu. Amherst College'da kimya hocası olan Edward Hitchcock, 1830 yılında, “sağlığı, gücü, uzun yaşamı ve zihinsel dinginliği” arttırdığını söyleyerek banyolara övüp duruyordu.

Banyonun, iyileştirici olarak düşünüldüğü altın çağında sara, damla hastalığı, körlük, ülser, tetanos, diş ağrısı, kulak ağrısı, dü-

zensiz âdet görme ve kısırlık da dâhil olmak üzere frengiden uykusuzluğa kadar her şeyi iyileştirdiği söyleniyordu. Çağdaş doktorlar, bu denli etkili bir ilacın amatörlerce üstünkörü değil, sadece eğitilmiş uzmanlar tarafından tatbik edilmesi yönünde uyarılarda bulunuyorlardı. 1885 yılında R. B. D. tarafından yazılan *Water, and How to Apply It, in Health and Disease*, büyük bir aptallık yaparak kendi şifalı banyolarını hazırlayacak kadar yeterli olduklarını düşünen hastalar hakkında birkaç hikâyeyi aktarıyordu. Bazıları Wells veya asistanları tarafından son anda kurtarılacak kadar denemelerinden güçlükle sağ kurtulmuşlardı. Görünüşe göre dönemin gerçekten tehlikeli banyosu, hastanın, içinde elektrik akımı bulunan sıcak suyun içinde oturduğu “Elektrikli Banyo” olmuştu.

Şifalı banyonun ilk atası, Bill Gates’in 20. yüzyılda silikon çiple yaptığını 19. yüzyılda soğuk suyla başaran Prusyalı köylü Vincent Priessnitz’di. Priessnitz’i gençliğinde bir at çığnemiş ve yaraları öyle ıstırap vericiymiş ki, yöre hekimi tedavi edilemez olduğunu söylemiş. Ne var ki Priessnitz, kendisini yalnızca ıslak bez sargılarla tedavi ederek çarpıcı bir iyileşme göstermişti; bu tedavinin ünü kısa sürede civar bölgeye ve ilerisine yayılmıştı. Priessnitz 1829 yılında artık kendi “Su Tedavisi Şirketi”nin sahibi olmuştu. 1840’ların ilk yıllarına kadar 1500 hastadan oluşan müşteri potansiyeline ve dolgun bir banka hesabına ulaşmıştı.

“Su tedavisi” kısa sürede sözde bilimsel bir isme –hidroterapi– ve aralarında yağmur banyosu (bazen bunu yapan kişileri koruyucu başlık takmaya zorlayan soğuk bir duş), sünger banyosu, sitz banyosu, buhar banyosu, kepek banyosu ve damlayan yaprak banyosunun da olduğu çok sayıda iyileştirici dala ulaştı. Vücudun belirli kısımları, kendilerine özgü banyolarla tedavi ediliyordu. Bir hidroterapi kliniği kol, bacak ve ayak banyoları sunuyordu. 1850’lerde ABD’de altmış iki su tedavisi merkezi, su tedavisi uzmanları yetiştiren profesyonel bir kuruluş (Amerikan Hidroterapi Topluluğu), *Water-Cure Journal* adında aylık bir dergi ve hatta bir de su tedavisi tıp okulu vardı. Saf suyun tıbbi faydaları

hakkında herkes eşit ölçüde iyimser değildi. *Boston Medical and Surgical Journal* isimli dergi, filizlenen su tedavisi fakültesini “şarlatan bir kurum” olarak nitelendiriyordu; ayrıca bu mucizevi sıvı, bazı durumlarda ciddi zararlara yol açıyordu. Brooklyn Köprüsü’nün müteahhidi John Roebling’in 1869 yılındaki ölümünün nedeni şifalı suydı. Hidroterapinin ateşli bir savunucusu olan Roebling, yapım esnasındaki bir kazada ayağı ezildiğinde, ayağının uzun süre soğuk suda tutulmasının dışındaki bütün tedavileri reddetmişti. Su tedavisi başarısız olmuş, tetanos vücuda yayılmış ve üç hafta sonra da Roebling ölmüştü.

İyileştirici banyo denince akla hemen her yerde buz gibi soğuk su geliyordu. Kendine özgü sağlık reformları 1800’lerin başlarında ABD’yi kasıp kavuran, ismini verdiği Graham kırma makinesinin mucidi olan Sylvester Graham, sabah saat beşte uyanır uyanmaz alınması gereken günlük soğuk banyonun en açık sözlü savunucusuydu. (Soğuk duşun ardından yulaf ve buğday kepeği çayından oluşan katıksız vejetaryen bir kahvaltı geliyordu; din-dar Graham’ın yöntemi pek de keyifli değildi.) Wellington Dükü, hiç aksatmadan her sabah soğuk suyla dolu küvete giriyordu. Bu erkekçe (İngilizlere özgü) davranış, çok sıcak suya ağır ağır girmeyi tercih eden Napolyon’un rahatına düşkün (Fransızlara özgü) alışkanlıklarıyla tamamen çelişiyordu. (Dük’ün banyo alışkanlığı, herkesçe bilinen rivayete göre, daha sonra Waterloo Savaşı’nda elde ettiği zafere büyük katkıda bulunmuştu.) Soğuk banyolar –özellikle “dünyevi düşünceler” nedeniyle acı çekenler için yararlı olduğu düşünülüyordu– 20. yüzyılın başına kadar şanssız erkek öğrencilere tavsiye ediliyordu. Su tedavisinin bu yönü, günümüzde de varlığını sürdürmektedir; cinsel olarak uyarılmış olanlara soğuk duş almaları hâlâ önerilir. Sıcak banyo, geleneksel olarak uçarılıkla ilişkilendiriliyordu. Erkek ve kadın suya beraber girip içinde oynuyorlardı, ayrıca (oldukça çelişkili biçimde) insanı güçsüzleştirdiği ve zihin karışıklığı ile depresyona yol açabileceği söyleniyordu. Soğuk banyoyu sevenler, bu konu-

da uygun bir örnek olarak çoğu kez Roma İmparatorluğu'nu gösteriyorlardı: Romalılar sıcak su banyosuna son derece düşkünlük ve akıbetlerinin ne olduğu herkesçe biliniyordu.

Neyse ki gelecek nesillerin şansına, banyonun destekçisi Edward Hitchcock, sıcak banyoyu tercih etmişti. Hitchcock'a göre sıcak banyo, aşırıya kaçılmadığı ölçüde ne krala ne de ülkeye yönelik bir tehdit barındırıyordu. (Roma İmparatorluğu'nun çöküşünün, sıkça yapılan çok sıcak banyoların sonucu olduğunu ifade ediyordu.) Banyolarla ilgili 1880 tarihli büyük bir kitaba göre, 19. yüzyılın başlarındaki yöntem, çocukların tedavi olarak yapmaya ikna edilebilecekleri kadar hoş bir alışkanlık olan sabun banyosuydu.

19. yüzyılın sonunda, Kanadalı fizikçi William Osler, "Sabun, su ve sağduyu en iyi dezenfektanlardır," diye yazmıştı. Su, iyileştirme uzmanı olduğu yönündeki heyecan verici vaadini asla yerine getirememiş olsa da, su ve bir miktar sabun –sonunda doktorlar ellerini yıkamaya ikna olduklarında hasta ölümleri sayısındaki düşüşle kanıtlandığı üzere– aslında cankurtarandı. Standart tıp tekniği olarak temizlik, ilk kez 19. yüzyılın ortasında, fenik asidi tercih eden Joseph Lister ve alın terini tercih eden Florence Nightingale'in himayesinde ortaya çıkmıştı. Bu isimlerin getirdikleri yenilikler, Amerikan İç Savaşı'na kadar ne yazık ki ancak yüzeysel olarak benimsenmiş; bu savaşta ölen 620.000 kişinin yaklaşık 400.000'i, çoğunlukla sağlıklı koşulların eksikliğinin yol açtığı hastalıklardan ölmüştü.

18. yüzyıl ilahiyatçısı Şamlı John, "Su, en güzel elementtir ve çok sayıda faydası vardır; insanı bütün pisliklerden arındırır, sadece vücudu değil aynı zamanda –Tanrı'nın inayetini aldıysa– ruhu da pislikten arındırır," diye yazmıştı. Su, pis vücudu temizlemekle kalmaz, sembolik olarak günahları da alıp götürür.

Arındırıcı yıkanmalar, dünyanın büyük dinlerinin birçoğunun ortak özelliğidir. Resmen aptes olarak bilinen bu eylem, baştan aşağı suya dalmaktan göstermelik su serpmeye kadar, dini olarak emredilmiş bütün yıkanma biçimlerini kapsamaktadır. Din-dar Müslümanlar, namazdan önce ellerini, ayaklarını ve yüzle-rini yıkarlar; Brahminler, günlük sabah ibadetinden önce yıka-nırlar; Katolik papazlar, cemaate vaaz vermeden önce el yıkama merasimini gerçekleştirirler. Yahudiler, kutsanmış bir havuz ve-ya *mikvehte* banyo yaparak ruh temizliğine ulaşırlar; Hindular günahlarından nehirlerde arınırlar; Hıristiyanlar ise günahların-dan vaftiz edilerek kurtulurlar – vaftiz kelimesi, Yunancada asi-milasyon anlamındaki *baptismos* kelimesinden gelmektedir, fa-kat artık suya dalma ile eş anlamlıdır. Eski Ahit, tıpkı “Beni kö-tülüklerimden ve günahlarımdan tamamıyla arındır,” (İlahi 51: 2) ifadesinde olduğu gibi, yıkanma betimlemeleriyle doludur. Öte yandan Yeni Ahit’te, tarihteki en ünlü yıkanma sahnelerin-den biri haline gelecek olan yıkanma olayı betimlenmiştir. Pon-tius Pilatus, Nasıralı İsa’nın suçlanması ve cezalandırılmasından aklanmak için herkesin gözü önünde *ellerini yıkamıştı*. Bu, et-kileyici bir imgedir. İnsanlar o zamandan beri *ellerini yıkayarak* suç, sorumluluklar, taahhütler ve geçmişteki kötü kararlardan arınmışlardır. “Çık artık kör olası leke,” diye söylenen Lady Macbeth, beyhude bir çaba içerisinde Duncan’ın öldürülmesi-nin suçluluk duygusundan kurtulmaya çalışıyordu. Öfkeli an-neler, çocuklarının ağızlarından yasak sözcükleri su ve sabunla *yıkarlardı*. Günümüzdeki haberlere şöyle bir göz atacak olursak, rağbet görmeyen siyasetçilerden ellerini çeken seçmenleri, kâr yapmayan şirketlerden ellerini çeken borsacıları, dik kafalı öğrencilerinden ellerini çeken öğretmenleri ve son çıkan Holly-wood filmlerinden ellerini çeken eleştirmenleri görebiliriz.

Saf suyun birçok yönden temizleme etkisi vardır, ama bazı suların çok daha abartılı güçlerinin olduğu varsayılmaktadır. Kutsal suyun -Katolik Kilisesi tarafından resmen takdis edilmiş-

tir– yüksek ateşi dindirme, kötü ruhları çıkarma ve tarlaların veya bahçelerin üzerine serpildiğinde bereketli mahsulü temin etme gücüne sahip olduğu söylenmektedir. Bazı suların, kutsal bir şahsiyetle ilişkilendirilmeleri nedeniyle, harikulade ünleri vardır. Müslümanlar, dünyadaki en kutsal suyun, Cebrail Aleyhisselam'ın Hz. İbrahim'in karısını ve oğlu İsmail'i götürdüğü Mekte'deki zezem membasından geldiğine inanmaktadırlar. Ürdün Nehri –özellikle nehir ile Vaftizci John'un Hz. İsa'yı vaftiz ettiği Galileo Denizi'nin kesiştiği yerde– birçok Hıristiyan tarafından kutsal kabul edilir. (Tel Aviv merkezli bir pazarlama şirketi, Ürdün Nehri suyundan yapıldığı kanıtlanmış ampullerin tanesini internet üzerinden 18 dolara satarak bu inançtan kâr elde etmektedir.) Genç Bernadette'nin Meryem Ana'nın hayalini gördüğü Lourdes kentindeki mağaradaki pınar, iyileştirici güçlerinden faydalanmak isteyenlerin attıkları tahta parçalarıyla doludur. Sayısız kuyu, pınar ve havuzun –bugün birçoğu, Hıristiyan azizleriyle anılmaktadır– eski zamanlardan beri sihirli iyileştirici özellikleri olduğuna inanılmaktadır.

Kutsal suya duyulan inancın kökleri çok eskilere, sihirli su kaynaklarına yönelik antik dönem inançlarına dayanmaktadır. Yunan mitolojisi, tanrıça Hera'nın bekâretini geri kazanmak için her sene bir kez yıkandığı mucizevi Kanathos pınarından bahseder; İskandinav mitolojisi, Yggdrasil'in –dünya ağacı– köklerinden çıkan akıl pınarını anlatır. Bu pınardan su içen kişinin son derece akıllı ve kurnaz olması için birkaç ağız dolusu su yeterlidir, ancak ne yazık ki, devasa buzul parçalarıyla kaplı bir bölgede olması nedeniyle ulaşılması güçtür. MÖ 3. yüzyıla ait yazılı Çin eserleri, suyundan içenlere “bin tane ömür” verebilen efsanevi Pon Lai pınarından bahsetmektedir; Japon efsaneleri, Fiji Dağı'nın zirvesinde saklı gençleştirici etkiye sahip olağanüstü bir pınarı anlatır. Büyük İskender'in sürekli olarak bir yerden bir diğerine gitmesinin nedeninin, dünya hâkimiyetini ele geçirmek olduğu kadar, gençliği koruyan bir pınar bulma umudu olduğu

söylenmektedir. Juan Ponce de Leon, 1513 yılında Florida'yı keşfettiğinde kesinlikle böyle bir pınar aramaktaydı – bu eyalet bugün, demografik bir ironiyi gösterircesine, ABD'deki en yaşlı nüfusa sahiptir. Lucas Cranach the Elder'e ait bir 16. yüzyıl tablosu, bir yüzme havuzunun ortasındaki pınarı resmeder. Tabloda, havuzun bir başından suya giren yaşlılar, havuzun diğer tarafından ıslak gençler olarak çıkıyorlar.

Suyun sihirli güçlere sahip olmasının yanı sıra –gerektiği gibi saygı gösterilip, memnun edilip veya övüldüğünde– sağlık, talih ve arzu edilen diğer şeyleri bahşeden ya da en azından gözden uzak olup, yoldan geçenleri rahat bırakmaya ikna edilebilecek ruhlarla dolu olduğuna inanılırdı. Bugün havuzlara madeni paralar atarak dilek tuttuğumuz zaman bu tür inançları yeniden canlandırırız. (Atalarımız iğne atarlardı.) Su, geleneksel olarak Kral Arthur efsanesinde Galler'de yaşayan dev kurbağaları (balık olmalarını birbirine doladığı ve koyunları yediği söylenir) öldürmesi için genç krala kılıcını veren cömert Göl Perisi'nden; yeşil dişleri, yeşil saçı, domuzlarınkine benzer küçük gözleri olan ve yalnızca bir fırtınadan önce ortaya çıkan İrlandalı denizkızına ve bazen sihirli bir midilli görünümünde ortaya çıkan (hayvanın sırtına binecek kadar aptal olanlar, bir çıkmaza girdiklerini fark ettiklerinde hayvan çoktan denize doğru dörtlüğe koşturmuş oluyordu) İskoç su perisine kadar, çok sayıda kötü ruhu, cini ve hayaleti barındırmıştır. Su perileri cömert olabilirlerdi, ama birçoğu kaprisli veya acımasızdı. Bataklıkta yaşayan, inek büyüklüğündeki Avustralya bunyipi (su canavarı) ile Japon kappa (şeytani ruh) –kan ve salatalıkla beslenen oldukça zeki bir peridir– insanları ve hayvanları boğmalarıyla ün salmışlardı. Rus su perisi Rusalka ise dikkatsiz yüzücüleri yakalayıp öldürmesiyle tanınır.

Yunan mitolojisinde etraf perilerle doluydu. Her birinin özünde orada yaşayan bir peri olan ağaçların, ırmaklar, dağların, mağaraların, pınarların ve havuzların hepsi canlı varlıklardı. Peri (*nymph*), Yunancada “genç kadın” anlamına gelmektedir ve ge-

nel bir sıfattır. Periler (her ne kadar hepsinin, göbeklerinin altından itibaren balık olan denizkızlarından kendilerini ayıran bacakları olsa da) çeşitli çevresel özelliklere ve kişilik türlerine sahiptirler. Örneğin Nereidler ve Okeanidler deniz perileri iken, Naiadlar ise tatlı su perileriydi. Naiadlara; *Crinaeae* (pınar perileri), *Pegaeae* (membra perileri), *Eleionomae* (bataklıklar), *Potameide* (akarsular) ve *Limnade* (göller) dâhildi; Roma mitolojisi bunlara, Ölüler Diyarı'nın karanlık sularına özgü Cehennem Perileri Paludis veya Avernales olarak bilinen kasvetli bir grubu da ekler. Periler çoğu durumda su kaynaklarına son derece bağımlıdırlar ve kendilerini besleyen dere, pınar, bataklık veya yeraltı suyu kurduğunda ölürlere. Ama en azından bir keresinde durum tersine dönmüştü: Peri Egeria, sevgilisinin ölümünün ardından dinmek bilmeyen gözyaşları dökmüş ve sonunda bir pınar oluşturmuş veya pınara dönüşmüş. Bir perinin nezaretindeki veya bizzat peri tarafından oluşturulmuş suyun özel güçleri olduğuna inanılırdı ve –duruma göre– hastaları iyileştirebilir, kısırlığı tedavi edebilir, geleceği bildirebilir veya yazarın koyduğu sınırlardan mustarip olanlara ilham verebilirdi.

Suyun gözler önünde ve bulunması kolay olduğunu –tıpkı yağmur, akarsular, göller ve dalga köpüğünde olduğu gibi– düşünürüz, ama su, gizemli bir elementtir; çok büyük bir miktarı saklıdır. Pınarlar, yeraltında birikmiş sulardan doğarlar. Dünyanın yeraltı su stokları muazzamdır. Uzmanlar, ayaklarımızın altında sekiz milyon kilometreküp suyun çalkalandığını tahmin etmektedirler. Bu rakam, dünyadaki bütün tatlı su gölleri ile akarsuların toplamından altmış kat fazladır. Uzmanların anlattıklarına bakılacak olursa, bu gizli suyun en üst tabakası çalkalanmaz, fakat sızıntı yapar, yavaşça ilerler, süzülür ve sızar. Dünya kalın bir süngerden öte bir şey değildir. Yeryüzüne yağmur ve kar şeklinde

inen su, toprakla kaya parçacıklarının arasına sinsice girerek yüzeydeki gözenekler, çatlaklar ve yarıklar yoluyla yavaş yavaş aşağı doğru iner. Toprakta bekleyen bu su tabakası, büyüyen bitkilerin susamış köklerini besler; toprağı, kuzeydeki yollara her kış büyük zarar veren büyük kabarcıklara dönüştüren işte bu –donan ve genişen– süngersi tortulardır. Yatık Pisa Kulesi'nin eğikliğinin nedeni de toprakta bekleyen bu sudur. Binanın ağırlığı, toprakta bekleyen suya baskı uygulayarak toprak ve kaya birikintilerini sıkıştırıp, dibe çökerterek bütün yapıyı işlemez hale getirmişti.

Neticede yeraltı suyunun yıllarca süren süzülme işlemi, su geçirmez bir yerli kaya katmanına ulaşır. Su bu noktada aşağı doğru süzülmei bırakır ve birikmeye başlayarak çok büyük miktarda kaya tabanlı yeraltı depoları oluşturur. Bunlara Latince "su yatağı" anlamına gelen akifer ismi verilir. Akiferin en üst kısmı taban suyu düzeyi olarak bilinir; bir akiferin toprağın yüzeyiyle kesişip döküldüğü yer ise pınardır. Pınarlar, hafif bir yüzey sızıntısından –dikkatsizce yürüyüp geçen birinin çoraplarını ıslatan türden– çılgınca köpüren çağlayanlara kadar değişirler. Colorado'nun Büyük Kanyonu'nun kuzey kıyısındaki Roaring Spring pınarı, kireçtaşı uçurumlardan dökülerek gürleyen şelaleler oluşturur; Florida'nın köpüklü Silver Spring pınarı, 150 farklı çıkış noktasından günde 3 milyon litre su fışkırtır; Fransa'nın Les Bouillens (kaynar su) pınarı, günlük 2 milyon litre doğal karbonatlı maden suyu üretir.

Les Bouillens, Fransa'nın ünlü Perrier marka suyunun kaynağıdır. Bu suyun resmi tanımına göre içinde zengin mineral tuzları vardır. Kaynak sularında, su topraktan süzülürken –genellikle salyangoz hızıyla– mineral tuzları birikir; çoğu yer altı suyu yolda en fazla birkaç santimetre ilerler ve 1.6 kilometrelik yolu aşması yüzyıl veya daha fazla sürebilir. Suyun çevresindeki zeminle uzun süre temasta olması, bir dizi maddeyi emmesine imkân sağlar: Kalsiyum, magnezyum, demir, manganez, klorür, sülfat ve

nitrat, hatta bazen altın, gümüş, platin, bakır, krom, lityum ve kalyay. Bunlar belirsiz oranlarda mükemmel bir şekilde birleşerek suya lezzetli ve farklı tadını verirler. En lezzetli suyu oluşturduğu konusundaki görüşler farklılık gösterir –ancak çoğu kişi, tıpkı damıtılmış su gibi mineralsiz suyun tatsız, berbat ve ayrıca genellikle içilmez olduğu yönünde hemfikirdir. Öte yandan, çok iyi bir şey aynı derecede korkutucu olabilir: Demir oranı yüksek olan suda belli belirsiz paslı çivi tadı vardır; içinde yüksek oranda kükürtlü hidrojen olan suyun kokusu ve tadı çürük yumurtaya benzer; içinde biraz fazla magnezyum olan suyun tadı ise acıdır. Klor –genellikle halka verilen su stoklarında dezenfektan olarak kullanılır– suya yüzme havuzu kokusu ve tadı verdiği için, bir uzmanın bakış açısına göre kesinlikle kullanılmaması gereken bir şeydir.

Sazan ve kedibalığı, yiyeceklerine ulaşmak için çevrelerindeki suyun tadına bakarak ilerler. Alabalıklar, yumurtlayacakları nehirleri bulmak için suyun tadından ve kokusundan yardım alırlar. Yılanbalıkları, Atlas Okyanusu'na bağlı Sargasso Denizi'ndeki üreme bölgelerine geri dönmek için benzer bir mekanizmayı kullanırlar. Bir bakıma bizler de birer yılanbalığıyız, zira tat uzmanları, çoğu insanın yetişirken içtikleri suyu tercih ettiğini ileri sürmektedirler. Yemek yazarı Jeffrey Steingarten, Kaliforniya'nın tadı berbat musluk suyunu örnek göstererek, bunun istisnalarının olabileceğini iddia etmektedir. Ayrıca içine bazen tavşanların düşüp boğuldukları bir pınarın suyuyla yetişen kocam, doğduğu bölgenin suyunu ağzına sürmediğini söylüyor. Ne var ki birçoğumuz, ilk tattığımız suya bağlılık duyarız ve ben hâlâ en iyi suyun memleketimizden geldiğine inanırım. Tıpkı Marcel Proust'un çocukluk anılarının güzel kokulu bir fincan ıhlamurdan taşması gibi, benim anılarım da sudan taşıp gelir: Bir ağız dolusu soğuk suda, New England'ın küçük kasabasının tamamı vardır. Hafıza, duyarlarla çok yakın ilişki içerisindedir; koku ve tat, bizi geçmişimize bağlayan güçlü bağlardır. Memleketimizin suyunu hatırlarız ve

iyi şarap uzmanları gibi bu suyu çok sayıda farklı suyun içerisinde ayırt edebiliriz. Ben kendi memleketimin suyunu her yerde tanırım. Vermont'taki Champlain Gölü'nün üzerine düşen sonbahar gibi kokar ve içinde granit, kar ve tatlı su deniztarağının tadı vardır.

Suların içinde en fazla minerale sahip olanı kaplıca sularıdır. Bu suların sıcaklığı yıllık ortalama hava sıcaklığının en az 16.5 derece üzerindedir. Yunan mitolojisinde kaplıcalar, genellikle klasik panteonun büyük bir yıldızıyla –sıradan bir peri değil, bir tanrı, tanrıça veya kahramanla– ilişkilendiriliyordu. Örneğin fokurdayan Thermopylae (Ateş Geçitleri) pınarı, söylenenlere göre kendisine verilen görevleri yerine getirdikten sonra toparlanmak için orada yıkanan Herkül'ün adıyla anılan kutsal bir yerdi. MÖ 480 yılında 7000 Spartalı'nın topraklarını 200.000 Pers'e karşı kahramanca savundukları destansı savaş, bu buharlı nehrin –suyun ismi “Sıcak Geçitler” anlamındadır– yakınlarında yaşanmıştı. (Bazı kaynaklar 300 Spartalı ve 2.000.000 Pers olduğunu iddia eder.) Persler savaşı kazanmışlardı, fakat bugün onları kimse hatırlamaz; savaşın gerçek galipleri, son adamlarına kadar cesaretle can veren yılmaz Spartalılarıdır.

Kaplıcaların sıcaklıkları, ılıktan haşlayıcı sıcaklıklara kadar değişir. İngiltere'nin kısa ve öz biçimde *Bath* adı verilmiş kaplıcaları, jakuzi sıcaklığına yakın 50 derece civarında dolanmaktadır; Franklin Delano Roosevelt'in, çocuk felcinin onu sakat bırakan etkilerini hafifletmek için gitmiş olduğu Gürcistan'daki Warm Springs'in havuzları, 31 derecelik rahatlatıcı sıcaklığa sahiptir. Öte yandan, Yellowstone Ulusal Parkı'nın fokurdayan havuzları ile Dante'ye *İlahî Komediya* için ilham vermiş olduğu söylenen Toskana'daki buhar püskürten Lardarello kaplıcaları, kaynama noktasına varabilmektedir. Anlaşılan bu, genel bir izlenimdir: Ja-

ponya'daki en sıcak su kaynakları, *jigokus* –yani cehennem– olarak bilinir.

Kaplıcalar, termal özelliklerini dünyanın kendi iç ısısından alırlar. Derine indikçe suyun sıcaklığı artar: Yerkabuğunun sıcaklığı ortalama her 30 metrede 0.7 derece artar. Warm Springs ve Bath doğal kaplıcaları, dünyanın doğal iç ısı tarafından yüzeyin oldukça altında yavaş yavaş kaynatılan sularla beslenirler. Yellowstone'un bulanık havuzları ise volkanik kayalar, yani çekirdeğin kabuğundan çıkararak kızgın demir çubuklar gibi yerkabuğuna sızan magma tarafından kaynatılır. Genellikle yüzeyin 6 ila 16 kilometre altında bulunan bu kızgın eriyik kütleler, yerkabuğunun sıcaklık gradyanını hızla yükseltir: Yellowstone'da bir çukur açacak olursanız, sıcaklığın her 30 metrede 59 derece arttığını görürsünüz. Alta gizli bu denli kızgın bir ocak sayesinde yeraltı suyu normal kaynama noktasından çok daha yüksek sıcaklıklara ulaşır. Bu tür su, yerkabuğun çok altında varlığını sürdürürken yüksek basınçlarda muhafaza edildiği için daima sıvı kalır. Yeraltı suyu yüzeye yaklaştıkça bu basınç azalır ve bir noktada öyle bir düşer ki, su birdenbire yüzeye çıkar. Buharlaşmaya, kızgın sıvı buhara dönüşürken, su hacmindeki aşırı bir artış eşlik eder ve bu dönüşüm, eğer yüzeydeki kaya oluşumlarındaki dar açıklıklarla sıkıştırıldıysa, soluk kesici püskürmelere yol açabilir. Fışkıran gayzerlerin temelindeki mekanizma budur, tıpkı parkın 19. yüzyılın sonları olarak kayıtlı açılış tarihinden itibaren nispeten tahmin edilebilir aralıklarla kaynamakta olan Yellowstone'un Old Faithful kaynağı gibi. "Gayzer" ismi, İngilizce petrol kuyusu (*gusher*) anlamındadır ve Orta Çağ boyunca Avrupa'da ün yapmış müthiş verimli bir gayzer olan İzlanda'daki Geysir'den geldiği söylenmektedir.

Yaşam, Charles Darwin onun küçük ve ılık bir gölette başladığını düşünmüş olsa da, aslında tam olarak bu tür kaynar suda başlamış olabilir. Yellowstone'un kaynayan havuzlarına, İzlanda'nın buharlı derelerine veya Yeni Zelanda'nın fokurdayan ça-

mur çukurlarına doğru yapacağımız ufak bir gezinti, evrimsel anlamda duygusal bir yolculuk, ortak ata oçağımıza yapılan bir ziyarettir. Sıcaklıkların çoğu kez kaynama noktasına vardığı cehennemsi ekolojik yerler, yeryüzündeki belki de en eski yaşam türlerini barındırmaktadır. Örneğin, biyologların nazikçe “uç” çevreler olarak tanımladıkları yerlerde büyüyen ve aşırı sıcaklarda yaşayabilen, neredeyse yok edilemez minik yaratıklar olan bakteriler. Tıpkı efsanevi Orta Çağ semenderi gibi bu mikroplar da suyun yalnızca sıcak değil, yanık kokulu olanını da severler – işte bunların birçoğunun kundakçılık kokan türden isimlerinin olmasının nedeni budur. Örneğin *Pyrolobus* –*pyro* Yunanca ateş anlamındadır– kaynama noktasının üzerindeki 113; *Pyrodictium* 110; ismen olmasa da görünüş olarak *pyro* olan *Sulfolobus* ise 90 dereceye kadar varlığını sürdürür. (*Sulfolobus*, sıcaklık 55 dereceye düştüğünde donarak ölür; bu sıcaklık, insanların fırından tepsiyi almak için eldiven takmalarını gerektirir.)

Bazı kanıtlar, çok çok eski zaman yaratıklarının denizin dibinde ortaya çıktıklarını göstermektedir. 1977 yılında, Neil Armstrong’un Ay’a attığı küçük adımından tam sekiz yıl sonra, Woods Hole Oşinografi Enstitüsü’nün vosvos büyüklüğündeki su altı araştırma gemisi ALVIN’deki bilim adamları, Galapagos Adaları’nın yakınlarındaki Doğu Pasifik Yükseltisi’nin 2400 metre derinliğinde üzerinde duman tüten bir ağız tespit ettiler. Bu ağzın –daha çok, denizin zifiri karanlık derinliklerinde kaynayıp duran cehennemi bir çaydanlığa benzer– dünyanın aşırı sıcak iç kısmına girişi işaretleyen birçok hidrotermal deliğin, çatlağın ilki olduğu ortaya çıktı. Ağızlar, yerli kayadaki yarıkların deniz suyuna yeryüzünün volkanik iç kısmına girme imkânı tanıdığı yerde oluşan deniz altı gayzerleridir. Burada önce ısınır, ardından da artık çözülmüş mineraller –kurşun, kobalt, çinko, bakır, gümüş, demir ve kükürtlü hidrojen– taşıyarak coşkun biçimde taşarlar. Kızarmış bir patatesi gevrekleştirecek kadar sıcak olan bu toksik çorba, bilim adamlarının tahminlerine göre, yeryüzünün en eski çev-

re şartlarına yakın bir şeydir ve aşırı sıcaklıkta yaşayan bakteriler için bulunmaz bir nimettir. Ayak parmaklarını cızırdatan sıcaklıklarda yaşamak basit, mütevazı ve huzurlu olsa da, yaşamın kökenleri hakkındaki en iyi seçenek muhtemelen bu *pyrolardır*.

“Sıcak suda olmak” ibaresi, 16. yüzyıldan beri olumsuz anlamlar çağrıştırmaktadır. Eğer sıcak suyun içerisindeyseniz, berbat bir durum, çıkmaz veya önemli bir sorunun ortasındasınız demektir. Fakat biyolojik anlamda sıcak suda olmak bunun büyük ölçüde tersi anlamına gelebilir. Aslında sıcak suyun içindeki kişiler eşsiz bir yaşam destek sistemi tecrübe eder, umulmadık ve tesadüfen keşfedilmiş evrimsel üstünlük elde ederler.

Yeryüzündeki yaşam suda başlamış olabilir. Eğer öyleyse, canlıların çoğu kesinlikle orada kalmıştır. Dünyadaki organizmaların % 90'ından fazlası denizde yaşamaktadır. Bunun çoğu kuşkusuz planktondur; yine de deniz, yassı solucandan yassı balıklara ve şişe burunlu yunusa kadar bilinen her canlı sınıfından örnekleri barındırır. Sonunda şansını karada deneyen geriye kalan % 10'luk kısım olan bizler, ilk annemizden asla çok fazla uzaklaşmamışızdır. Yeryüzü evrimi, sudan çok fazla uzaklaşmadan onun dışında nasıl yaşanılacağı yönünde bir alıştırma olmuştur. Çam iğnesi, yumurta kabuğu ve devenin hörgücü kadar farklı yapılar, tek bir düşünceyle yaratılmıştı: Suya sıkıca sarılmak. Ağaçların yaprakları, gövdeleri ve meyvelerin kabukları, suyu tutmak üzere tasarlanmış üst deri adında cilalı bir tabakayla kaplıdır. Parlak elmaya harika parıltısını veren şey bu üst deridir. İnsan derisi –tamamı kişi başı 1.4 ila 1.9 metrekaaredir– su geçirmezdir.

Suya ihtiyacımız vardır. Onu tamamen terk etmek, genç Nathan Zohner'in belirttiği gibi ölümle sonuçlanır. Bizler yaşamlarımızı sürdürmek için günde ortalama 2.5 litre –kızgın güneşin altında çalışıyorlarsa daha fazla– suya ihtiyaç duyarız ve bundan

yoksun kaldığımızda çok azımız birkaç günden fazla hayatta kalabilir.

28 Nisan 1789 tarihinde Fletcher Christian ve isyancı arkadaşları. H.M.S. Bounty adlı gemiyi ele geçirip kaptanları William Bligh ile on sekiz sadık tayfayı yaklaşık yedi metrelik bir sandalda bırakarak Tubuai Adası'na yelken açtılar. Sandalda 680 kilo ekmek, 16 iri parça salamura domuz eti, 7 litre rom, 6 şişe şarap ve 105 litre su vardı. Bligh, Hindistan cevizi kabuklarından yapılan bir ölçek kullanarak tüm bunları titiz bir hassasiyetle bölüştürdü ve ardından da Hint Okyanusu'nda Hollanda egemenliğinde bulunan 5700 kilometre uzaklıktaki en yakın ada olan Timor'a varmalarının muhtemelen kaç gün (48) alacağını hesaplayarak bunları bir kez daha bölüştürdü. Günde 30 gram ekmek, bir ağız dolusu domuz eti ve ara sıra yakalayacakları bir martı ile bu yolu aşabilirlerdi. Günde adam başı en fazla çeyrek litre su içme hakları vardı. Hayatlarını hava şartları kurtardı. Denizde ilerledikleri neredeyse bütün süre boyunca yağmur yağmıştı. Bu, açık bir geminin içerisinde denizde olan insanlar için sefil bir durumdu, ama aynı zamanda yetersiz su stoklarını yeniden doldurmak için de bir mucizevi bir şanstı. On dokuzu da sağ olarak 14 Temmuz tarihinde karaya ayak bastılar; ne var ki geminin bitkibilimcişi David Nelson, birkaç hafta sonra yüksek ateşten ölecekti.

Bligh'in mutsuz ekibi, diğer birçok sıkıntı ve felaketlerle uğraşmış olsa da, yolun büyük kısmında su kaybı nedeniyle ölüm tehlikesi yaşamıştı. Vücut, mevcut iç sıvı durumunu muhafaza etmek için sürekli olarak yeniden doldurulmaya ihtiyaç duyar. Biz insanlar, koruyucu derilerimize rağmen, su sızdırırız. Tıpkı gözyaşı, ter, idrar ve dışkıda olduğu gibi, aldığımız her nefeste su kaybederiz; soğuk bir pencere camının üzerine doğru soluduğumuzda buğu oluşmasının nedeni budur. Ancak çok fazla su kaybetmeye dayanacak gücümüz yoktur. Vücut suyunun % 15'i kaybolduğunda fizyolojik durum kritik hâle girer. Kan, içindeki su azaldığında pıhtılaşır ve pompalanması zorlaşır. Bu durum tuz

dengelesizlikleriyle birlikte kalp ve böbrek yetmezliğine yol açar. Kanın suyu iyice tükendiğinde ise ölürüz.

Bitkiler de, benzer şekilde, kuruyup solmaya karşı mücadele etmek için bazen çok uzak mesafelere giderek yaşamlarını içecek arayarak geçirirler. Örneğin uzun ağaçların Herkül gibi kuvvetli hareketlerini düşünün. Kaliforniya çamı dünyanın en uzun ağacıdır. Mendonico Ağacı olarak bilinen, 112 metre uzunluğuyla –Özgürlük Anıtı’ndan 19 metre uzundur– şu anki en uzun ağaç, Kaliforniya eyaletine bağlı Ukiah yakınlarındaki Montgomery Woods State Reserve’de, üzerinde tanıtma etiket olmaksızın durmaktadır. Üzerinde etiket olmamasını, 1963 yılında National Geographic Society tarafından Redwood Ulusal Parkı’nda kimliği tespit edilen selefi Uzun Ağaç’ın (112.1 metre) akıbetine borçludur. Şöhret, çoğu zaman olduğu gibi, zararlı olmuştu. Ağaca bakmak için o kadar çok insan geliyormuş ki, ağacın tabanının etrafındaki toprak beton kadar sertleşmiş. 1990 yılına kadar ağaç hastalanmış ve tepesindeki 3 metrelik bölüm kuruyup düşmüş. Böylece ağacın boyu 109 metreye inmiş ve ağaca olan ilgi ortadan kaybolmuş. Dünyanın diğer en uzun ağaç adaylarının arasında Avustralya okalıptüsü (98 metre ile ikincidir) ve 1872 yılında 132.5 metre olduğu tespit edilen Douglas köknarı vardır.

Uzun ağaçlar, iç su tertibatının mucizeleridir. Varlıklarını, olağanüstü su pompalama yeteneklerine borçludurlar. Susuz bir ağaç, her bahçıvanın bileceği üzere, acıklı bir manzardır. Yaprakları dökülür, çiçekleri solar, gövdesi bükülür, aşırı kaynatılmış çubuk makarna gibi gevşer. Domatesleri sulamayı unutmaya görün, hepsi beşerî ve semavi ihmalin buruşmuş işaretleri olarak toprağa düşerler. Bitkiler suyu yeteri miktarda ve doğru biçimde aldıkları takdirde, dimdik ve şişkin olurlar – şişkin kelimesi, masum bahçe çevrelerinde, suyla dolu anlamına gelir. Şişkin bitkinin, zarları kendilerini çevreleyen hücre duvarlarına sımsıkı baskı yapan, çok ufak su baloncukları kadar şişkin hücreleri vardır. Şişkinlik, salata barının başlıca özelliğidir. Marulu taze ve salata-

lıkları körpe tutan şey budur. Bunun zıttı ise bitkin yumuşaklık ve solgunluktur.

Ne var ki şişkinlik geçicidir. Bitkilerdeki su, tıpkı insanlardaki su gibi her zaman hareket halindedir. Hiç durmadan topraktan köklere, sonra da gövdelere, çiçeklere ve yapraklara gider – daha sonra da ileriye ve dışarıya doğru ilerlemeye devam edip, buharlaşarak atmosfere karışır. Aslında bitkiler, suyu derinliklerden alıp yeniden molekül molekül üst atmosfer tabakasına püskürten biyolojik çeşmelerdir. Bu buharlaşma işlemi (terleme) yapraklar ile gövdelerin yüzeylerine saçılmış olan gözenek adındaki küçük deliklerde gerçekleşir.

Buharlaşma, bütün su hareketi işleminin anahtarıdır. Bitkiler sularını dipten alıyor olabilirler, ama başlıca etken, tıpkı çoğu kez yaşamda da olduğu gibi, yukarıdan alınan sudur. Havanın kurutma gücü, topluca bitki dokusu olarak bilinen içi boş ufacık borular sistemi aracılığıyla suyu köklerden yaprağa doğru saatte 1.2 metre hızla çeken, yukarıya doğru sürekli bir çekiş oluşturur. Kökler tarafından emilen suyun % 90'ından fazlası sonunda gözenekler tarafından atılır. Belirli bir üreme mevsimi boyunca bu su şaşılacak miktarlara ulaşır. Örneğin dört dönümlük bir araziye kaplayan akçağağaçlar, mayıs ila eylül arasındaki yağışlı dört ayda 3 milyon litre su çıkarır; dört dönümlük ortalama bir mısır tarlası, mısırların olgunlaştıkları döneme kadar buhar halinde 1.3 milyon litre su çıkarır. Yağmur ormanının üzerindeki suya doymuş havayı susuz ağaçlar oluşturur.

Terleme işleminin verimliliği, kuru iklimleri yapraklar için bir sorun haline getirir. Çöldeki bir yaprak, uzun süredir sızdıran bir musluğa benzer. Yapraklar aynı şekilde, suyun büyük ölçüde katı buzun kullanılamaz hâlinde olduğu çok soğuk iklimlerde de faydalı değildir. Suyun gerektiği kadarıyla elde edilemediği dönemlerde akli başında hiçbir bitki, her biri on milyon küçük gözenekten değerli buharı savurganca sızdıran krep büyüklüğündeki yaprakları etrafında istemez. En iyisi, kışın başında bu yaprak yığınının atmak ve baharı beklemektir.

* * *

Doğada eş zamanlı olarak katı, sıvı ve gaz hâllerinde bulunan su, Dünya gezegeninin kendine özgü çevresi içerisinde fiziksel açıdan çok yönlüdür. Herhangi bir anda geçtiği her hâl, moleküllerinin ne kadar hızlı hareket ettikleriyle ilgilidir. Su, sıvı haldeyken banyo küvetleri, çay fincanları ve damlayan musluklarda olduğu gibi, sürekli bir hareket içindedir. Kıpır kıpır oynar, titrer, atlar ve şartlar enerji açısından uygun olduğunda kendisini atmosfere bırakır. Moleküler hareket sıcaklığa bağlıdır, canlılar ısındıkça etkinlik yoğunlaşır. Artan enerji ve geliştirilmiş hareket, moleküllerin daha fazla yer kaplamalarına neden olur. Örneğin sıçrayıp duran bir balerinin, bir sandalye üzerinde sessizce kitap okuyan birinden daha fazla yere ihtiyaç duyması gibi, maddelerin daha yüksek sıcaklıklarda gelişmelerinin nedeni budur. Kaynama noktasına yakın sıcaklıklarda etkinlik o kadar büyük olur ki, bazı moleküller diğerlerinden ayrılarak uzaya karışırlar. Teknik bir dille ifade edecek olursak, buna buharlaşma denir ve bu süreçten geçen moleküller artık sıvı değil buhardır.

Nesneleri soğutacak olursanız bunun tam tersi gerçekleşir. Sıcaklık azaldıkça, durgun su molekülleri sabit bir çatıda birbirlerine kenetlenene kadar -0 derece- etkinlik yavaşlar. Bilim adamları bu olaya kristalleşme, bizse donma deriz; bu durumla karşılaşan meteoroloji uzmanları ise insanları yollarda dikkatli olmaları konusunda uyarırlar. Yerkürenin donmuş kısmı bir bütün olarak kriyosfer adıyla anılır. Bu, yeryüzünün buz örtüleri, bankiz, buzullar ve -mevsimlik- karla kaplı geniş alanlardan ibaret bütün kar ve buzlarını içermektedir. Buz yeryüzünün ancak % 10'undan biraz fazlasını, toplam 21 milyon metrekarelik alanı; mevsimlik kar (kışın en kötü döneminde) toplam 47 milyon metrekarelik alanı kaplar. Bu donmuş bölümün tamamı, dünyanın tatlı sularının % 85'inden fazlasını oluşturur; bu demektir ki, potansiyel içecek stoklarımızın aslan payı katı haldedir.

Su, katılaştığında çok sayıda insanın başına çok sayıda sorun açmıştır. Washington'ın Valley Forge'daki birliklerinin yaşamlarını mahvetmiş ve Napolyon'un Moskova'ya girmesini engellemiştir. MÖ 221 yılında Roma'yı fethetmek üzere soğuktan titreyen otuz yedi savaş filiyle karlı Alp Dağları'nda bata çıka ilerleyen Hannibal, buna "beyaz düşman" adını vermişti. Robert Scott, dört arkadaşı ve birkaç şansız Shetlant midillisiyle birlikte 1912 yılında Güney Kutbu'nda donarak ölmüştü; daha iyi bir yaşam için 1847 kışında yük treni ile Kaliforniya'ya gitmekte olan Donner Kafilesi'nin seksen üç üyesi, Sierra Dağları'nda sıkışıp kaldıklarında birbirlerini yemek zorunda kalmışlardı. Japon mitolojisinde solgun Kar Kızı ölüm perisidir. Hans Christian Andersen'in Kar Kraliçesi, küçük Kay'e bütün dünyayı ve bir çift yeni paten sunmuş olsa da soğuk, zalim ve korkunçtu. Basit bir dille ifade edecek olursak, bir evin kaldırımının üzerine yeni düşmüş 20 cm kalınlığındaki kar tabakası yaklaşık 200 kilo ağırlığındadır ve bunu temizleyen ev halkı için gerçekten de tehlike arz eder. Karla dolu bir küreği durmadan indirip kaldırmak, kalp hızını birdenbire dakikada 175 atışa yükseltebilir. ABD'de yılda yaklaşık 1200 insan kar küzerken geçirdiği kalp krizi sonucu ölür.

Dikkat çekici biçimde beyaz olan her şeyi sürekli kar ile karşılaştırırız. Beyaz baykuşlar, sorguçlar ve kardelenlerin hepsi kar beyazıdır. Bazılarımız kara hayranlık duyar: Thoreau, kar fırtınalarını gözlemleyen biri olmakla çok övünüyordu; Percy Bysshe Shelley ise karı "ve parlak buzun bütün biçimlerini" seviyordu. Ne var ki kar ve buz için kullandığımız mecazlar genelde soğuk olmayı sevmediğimizi gösterir. Nasıl ki bahar neşe, gençlik ve başlangıcı ifade ediyorsa, kış mevsimi de mutsuzluğu, yaşlılığı ve yaklaşan ölümü ifade eder. Soğuk bir bakış ürkütücüdür; soğuk davranmak dostça bir hareket değildir; buz gibi bir kalp ise köpek yavrularını tekmeleyen türden insanlara özgüdür. Robert Frost için nefret buzdur.

Öte yandan donmuş su, 19. yüzyılda mali açıdan mükemmel bir ticari maldı. Buz, mekanik soğutma çağından önce, ona en çok ihtiyaç duyulan yazın en boğucu günlerinde asla bulunamıyordu. Lord Byron, 1809 yılında yazdığı bir şiirde, kesinlikle imkânsız olan şeylere örnek vermek için, “Haziran ayındaki buz” ve “aralık ayındaki güller” benzetmelerini yapmıştı. Ne var ki su, belirli miktarda ve gerektiği gibi yalıtıldığında uzun yaz ayları boyunca muhafaza edilebilir; bunaltıcı iklimlerde yaşayanlar için soğutma cihazlarından önceki dönemlerdeki değeri paha biçilmezdi. Çinliler MÖ 12. yüzyıl itibariyle buzu stokluyorlardı. Büyük İskender MÖ 4. yüzyılda Petra kentini kuşatma altında tutarken, aşırı sıcaktan bunalmış subaylarını serinletmek için dağlardan buz getirtmiş ve bunları yalıtkan çukurlara gömdürmüştü. İmparator Nero, en sevdiği donmuş tatlıların yapılması için koşucuları kullanarak Roma’ya kar getirtiyordu. Kar yolda bir kere erimeye görsün; kolaylıkla sinirlenen imparator, görevden sorumlu generali derhal idam ettiriyordu.

Rönesans döneminin zengin İtalyanları, kar ve buzla soğutulan şarap mahzenlerine sahiptiler. İngiltere Kralı I. James, Greenwich’teki sarayı için iki sıra tuğla ile çevrili kar çukurları inşa edilmesini emretmişti; Fransa Kralı 14. Louis ise Versay’daki sarayı için iki buzhane inşa ettirmişti. Yeni Dünya’nın sauna sıcaklığındaki –insanlar terliyor ve sıkıntı çekiyor, süt ekşiyor, et bozuluyor, tereyağı da yapış yapış birikintilere dönüşüyordu– yaz ayları karşısında dehşete kapılan Amerikalı sömürgeciler buzu muhafaza etmek için 17. yüzyıldan itibaren büyük mücadeleler vermişlerdi. İlk girişimler daima başarısızlıkla sonuçlanıyordu. Buz, derin çukurlara gömülüp koruma amacıyla samanla kaplandığında bile acımasız sıcaklıklar karşısında eriyor, buzun üzerinde saklanan yiyecekler de böylece bozuluyordu. Sömürgecilik döneminde yiyeceklerin korunmasına yönelik dikkatsiz girişimler, “yaz hastalığı” –genellikle sıcaklıklar 41 derece civarlarında gezindiğinde hızla çoğalmaya başlayan bağırsak bakterilerinin se-

bep olduğu öldürücü bir ishaldir– nedeniyle sık sık ölümlere yol açıyordu. 1796 yılında Amerika'nın ilk yemek kitabını yazan ve kendisine “Amerikalı yetim” diyen Amelia Simmons, bu olayları düşünerek, okuyucularına tavuğu yemekten en fazla dört saat önce kesmelerini ve ihtiyaç duyana kadar sütü inekten sağmamalarını öneriyordu.

Buzhaneler tam anlamıyla ancak, tasarımları kendilerini kutsal dansa (isimlerinin kökeni budur), vejetaryenliğe, içkiden uzak durmaya ve bekârete adanmış teknoloji bakımından yaratıcı bir mezhep olan Shakerslar* tarafından 19. yüzyılın başlarında mükemmelleştirildiğinde etkili olmuştu. Shaker buzhaneleri, yaratıcı yalıtımın eserleriydi. Her biri çift kat ahşap duvarla kaplanmış, üzerlerine üç bölümlü bir çatı yerleştirilmiş ve tabakalar arasındaki boşluklar talaşla sıkıca kapatılmıştı. Bu şekilde korunan buz uzun süre dayanıyordu –erime kayıpları % 66'dan % 8'in altına düşmüştü– ve Shaker depolama ilkeleri gemilerin ambarlarına uygulandığında, New Englandlı girişimci birkaç tüccara büyük servet kazandırmıştı. Bunların arasında en başta geleni, 1820'lerde gemiyle Batı Hint Adaları'ndaki Fransız sömürgesi Martinique'ye gönderilen ilk yalıtılmış buz yükünü gideceği yere büyük ölçüde sağlam ulaştıran Bostonlu Frederick Tudor –daha sonra Buz Kralı olarak tanınacaktı– idi. Yirmi yıl içerisinde New England buzunu Hindistan, Çin, Avustralya ve Filipinler kadar uzaklara ulaşıyordu ve bu ticaret, sıcak iklimlerdeki buzun, Tanrı'nın evreninin doğal düzenine küstah bir biçimde karışmak anlamına geldiğini, bu nedenle de günah olduğunu iddia eden birkaç öfkeli ilahiyatçının dikkatini çekmişti.

Suyun içinde patlama, donmuş suyun fiziksel bir özelliği sayesinde mümkün kılınmıştı. Nesnelere doğal düzeni içerisinde katılardaki moleküller, ana sıvılarından daha sıkı biçimde iç içe geçmişlerdir; öyle ki, katılar daha ağırdır. Maddele-

* Dünyevi zevklerden, süsten, gereksiz olan her şeyden uzak yaşamayı hayat biçimi haline getirmiş tarikat. (Çev.)

rin çoğu, kristalleştiklerinde batarlar. Örneğin buz –donmuş CO₂– sıvı karbondioksitin içerisinde dibe çöker. Soğuk su bir noktaya kadar düzene uyar; soğuk su genellikle sıcak sudan ağırdır. Bu nedenle göller tabakalıdır; suları hafif bir sıcak yüzey tabakası –epilimniyon– ile soğuk bir alt tabaka –hipolimniyon– arasında bölünmüştür. Mevsimsel sıcaklık değişiklikleri olan ılıman kuşakta alttaki ve üstteki tabakalar belirli aralıklarla birbirlerine karışır ve yer değiştirirler. Kırığı ve hasat dönemindeki sonbahar mevsiminin dolunaylı soğuk günlerinde epilimniyon, sonunda suyun en yoğun halinde olduğu 4 dereceye kadar düşerek yavaş yavaş soğur. Bu ağır madde, hipolimniyonun artık bir miktar daha sıcak ve daha hafif sularıyla yer değiştirip onları yüzeye doğru iterek batar. Epilimniyonun 4 dereceye kadar ısındığı baharın ılık günlerinde ise bunun tersi gerçekleşir. Bu karşılıklı yer değiştirme, yüzeyde gerçekleşen adil bir durumdan öte bir şeydir. Batan epilimniyon, beraberinde derinlere zengin bir çözülmüş oksijen karışımı taşır; yükselen hipolimniyon ise yüzeye organik besinler karışımı götürür. Ortaya çıkan karışım, gölün üst kısmında ve dibinde beslenen çeşitli canlı nüfuslarını destekler. Sıcaklığın yol açtığı bu tür bir devir daimden yoksun göller –Afrika’daki Tanganyika Gölü gibi– kasvetli soğuk diplere sahiptirler; oksijensiz derinliklerin yegâne sakinleri, oksijen olmadan yaşayabilen bakterilerdir.

Sıcaklık 4 derecenin altına düşüp donma noktasına yaklaştığında, su tuhaf doğasını ele verir. Donma sürecinde su kendisiyle çelişen biçimde genleşir. Bağımsız su molekülleri, genişleyen buz kristali örgüsü içinde yere düştüklerinde, en yakın dört komşularıyla birlikte hidrojen bağları oluştururlar. Bu akrobatik hareketin rahatça gerçekleştirilebilmesi için bütün katılımcıların birbirlerinden biraz uzakta hareket etmeleri gerekir. Dans eden bir oda dolusu çiftin bir an için durduklarını ve birbirlerini kol boyu uzaklıkta tuttuklarını hayal edin. Her bir dansçı, kolunu eşinin omzuna doğru uzattığında onun etrafındakiler, ta ki soğuk kala-

balığın tümü, başlangıçtakinden daha fazla yer kaplayana kadar, geriye ve yana doğru hareket etmek zorunda kalırlar. Bir buz kristalinin molekülleri arasında bu kadar cömert biçimde birbirine boşluk bırakma, buz sudan %10 oranında daha fazla yoğun kıllar. Ayrıca suyun, çoğu maddenin aksine, donduktan sonra büzülmesinden ziyade genişlemesine yol açar – boruların kış aylarında donma neticesinde bazen korkunç sonuçlar doğurarak patlamasının nedeni işte budur.

Katı buz, sıvı haldeki sudan daha az yoğun olması nedeniyle suyun üzerinde yüzer. Yalnızca son derece önemli hidrojen bağlarına yüklenebilir olan bu görünüşte küçük fiziksel tuhaflığın çok çeşitli etkileri vardır: Onun sayesinde buzlarda avlanan balıklar ile hokey oyuncuları, iş yapabilirler; Peşinde tazılar olan Eliza, buz bankizlerinin üzerinden *Tom Amca'nın kulubesine* kaçarak özgürlüğe atlamıştı; Hans Brinker, Hollanda'nın donmuş kanallarında patenle kayarak zafere ulaşmış, böylece ailesine servet kazandırmıştı; *Titanic* ise yüzen bir buzdağına çarparak batmıştı. Biyolojik düzeyde, buzun su üzerinde durduğu gerçeği, yeryüzündeki yaşamla ilgili büyük anlamlar taşımaktadır. Buz sudan daha az yoğun olduğu için, havuzlar ve göller donarken bunu yukarıdan aşağıya doğru gerçekleştirirler. Yüzeydeki kalın buz ve kar tabakası bir kez oluşup katılaştı mı, mevcut ısıyı koruyarak, gölün tepeden en dibe kadar donmasını engeller ve gölün balıklar, kurbağalar, midyeler ve nilüferlerden oluşan sakinlerine koruma sağlayan yalıtkan bir örtü görevi görür. Eğer buz, herhangi bir kristal gibi sudan daha ağır olsaydı, donma süreci aşağıdan yukarıya doğru ilerler; göller ve havuzlarda yaşayanlar için öldürücü sonuçlar doğurarak, her kış tamamen katılaşırdı; Kuzey Kutbu, Noel Baba ve diğerleri de Kuzey Buz Denizi'nin dibinde yatıyor olurdu.

Buz, sıradan havuzda, kutup denizinde veya buz kalıbı tablasındaki haliyle, teknik olarak *Ice Ih* olarak bilinir. *Ice Ih* –kristal örgüsünün şekli nedeniyle bazen “altıgen buz” denir – hemen he-

pimizin karşılaştığı bir şeydir; ne var ki bu sadece birçok buzdan biri, büyük ve kristalimsi bir buzdağının ucudur. Katılar, değişen sıcaklık ve basınç değerleriyle birlikte, aynı maddenin bir hâlin-den bir diğerine yumuşak geçişler yaparak görünüş değişimlerine uğrayabilirler. Bu tür alternatif kristalimsi yapıların tamamı, kim-yacılar tarafından polimorflar olarak bilinir. Örneğin kakao yağı –çikolatanın içerisindeki ana katı yağdır– altı farklı polimorfik şe-kilde kristalleşir. Bunların içinde en çok arzu edileni; en parlak, en lezzetli, en yumuşak dokulu olanı ve ayrıca ağzın içinde hoş biçimde erimesine imkân sağlayan vücut sıcaklığında erime nok-tasına sahip V şeklindedir. Çoğu bileşikler iki –en çok üç– farklı şe-kle sahiptirler. Buzun ise en az on dört şekli vardır.

Eski Yunanlılar, bugün kristal şifacıları tarafından çok sevi-len kuvars kristallerinin suyun aşırı donmuş biçimleri olduğunu, buzun son derece katı biçimde donarak erimeye karşı dayanıklı hâle geldiğini varsayıyorlardı. Aşırı donmuş buz, uygulamada çok daha tuhaf bir maddedir. Buz polimorflarının incelenmesine, Harvard'a 1900 yılında birinci sınıf öğrencisi olarak giren ve No-bel Ödülü'nü almak için 1946 yılında İsveç'e yaptığı kısa bir se-yahatin dışında buradan asla ayrılmayan Massachusettsli Percy Bridgman öncülük etmişti. Bridgman bu ödülü, yüksek basınç fi-ziki alanındaki çalışması nedeniyle almıştı. Bridgman, o döneme kadar ulaşılamamış olan santimetrekarede 20.000 kilogramlık ba-sınçlara kadar dayanabilen ve sonra da nesnelere içinde ezmek için on yıllar harcayan bir aygıt tasarlamıştı. Bu şekilde güçlü bi-çimde sıkıştırılmış buz, kademeli olarak, her biri sondakinden daha yoğun olan beş farklı kristalimsi duruma (buzun II. ve VI. hâllerine) geçer. Örneğin buzun VI. hâlindeki moleküller birbir-leriyle o kadar iç içe geçmişlerdir ki, kristalin yoğunluğu iki kat fazladır. Sıkıştırılmış buzların aynı zamanda yüksek erime noktaları vardır: Buzun VI. hâli, sıcaklık ancak 79 dereceye ulaştığında erir ve bu yüzden ona, yeraltı dünyasında çalınmış elmas anlamı-na gelen "sıcak buz" adı verilmiştir. Ne var ki buzun VI. hâli yal-

nızca santimetrekarede 6500 kilogramlık basınçlarda sıcaktır, bu da aslında bir filin, kurşunkaleminin silgili ucuna yoğunlaştırdığı kütlesine denktir. Basınç serbest bırakıldığında bu kütle anında su birikintisine dönüşür. Öte yandan buzu biraz daha sıkıştırarak olursak, 100 derecenin üzerindeki erime noktasıyla VI. halden bile daha sıcak olan VII. hâli elde ederiz.

Bilimkurgu hayranları, Kurt Vonnegut'un *Kedi Beşiği* adlı romanında korkunç biçimde sunulan Buz IX'a –buz-dokuz– aşınadırlar. Bilim adamı Felix Hoenikker'in şeytani keşfi buz-dokuz, buzun yüksek sıcaklıklarda bile donmuş hâlde kalan kristalimsi bir biçimiydi. Daha da kötüsü, suyun diğer biçimlerinin de aynı şeyi yapmalarına neden olabiliyordu. Kitabın en heyecanlı yerinde, okyanusa düşen ufacık bir parça, gezegendeki bütün suları erimez buza dönüştüren zincirleme tepkime başlatıyor. Gerçek Buz IX ise Buz III'ün değişmiş hâlidir; eksi 100 derecenin üzerindeki sıcaklıklarda yaşayamadığı için insanlığa yönelik çok az tehlike arz etmektedir. Buz X'a kadar, hidrojen bağları neredeyse tanınmayacak kadar ezilmiş, bütün hidrojenler ile oksijenlerin birbirlerine eşit uzaklıkta oldukları noktaya kadar kısalmış olurlar ve bağımsız su molekülleri artık homojen kütle içerisinde fark edilemezler. Buz XI ve XII, moleküler simülasyonlar kullanılarak yakın geçmişte siber uzayda keşfedilmişti. Bu tür buzlar doğada bulunabilir, fakat muhtemelen pek el altında değildirler. Jüpiter'de bir parça XI ve XII olabilir.

Buz ayrıca bazen biçimsiz bir katı olarak varlığını sürdürür. Bu düzensiz molekül yığını, dış görünüşe pek önem vermedikleri bilinen kimyacılar bile “dağınık” sayarlar. Biçimsiz buz ilk kez 1936 yılında, Kanadalı iki araştırmacı su buharını ilikleri donduran eksi 140 derecede soğutulmuş bakır bir boruya yoğunlaştırmaya çalışırken keşfedilmişti. Ortaya çıkan sonuç, geometrik olarak düzenli buz kristallerinin zarafetinden eser taşımayan, düzensiz bir donmuş kütle olan buzlu camdı. Biçimsiz buz, ısıtıldığında, ağır ilerleyen molekülleri öncelikle eritilmiş katran kıvamında

tuhaf bir sıvı oluştururlar. Bu çok soğuk tortu, sıcaklık eksi 120 dereceye ulaşana kadar varlığını sürdürür, bu noktada ise birdenbire *Ice Ih*'in bahsettiğimiz altıgen örgüsüne girer.

Bugün bildiğimiz kadarıyla dünyanın büyük bir kısmı, donmuş suyun ürünüdür. Büyük *Ice Ih* yığınları, yeryüzünün, bazı jeologların kuramlarına göre bütün gezegenin yaklaşık bir kilometre kalınlığında bir tabakayla kaplanmış olduğu –bugün “Kartopu Dünya” olarak adlandırılan soğuk bir senaryodur– 800 ila 600 yıl önce başlayan tarihini noktalamıştır. O tarihten bu yana, sonuncusu –günümüze kadar devam etmektedir– yaklaşık üç milyon yıl önce başlamış olan dört tane büyük Buzul Çağı meydana gelmiştir. Dört çağın içerisinde diğerlerinden kat kat fazla incelenmiş olan bu son çağ, buz örtüleri 100.000 yıl uzunluğundaki dönemlerde ilerleyip, yeniden ilerlemek üzere daha sonra yaklaşık 10.000 yıl boyunca erirken soğuk ve pek de soğuk olmayan devirler arasında belirli aralıklarla gidip gelmiştir. Son büyük erime yaklaşık 12.000 yıl önce meydana gelmiş, şu an yaşamakta olduğumuz ılık Buzul Çağları arası dönemi başlatmıştır.

Buz, geri çekilirken dağların yamaçlarını aşındırarak, göl havzaları ve akarsu vadilerini oyarak, tepeleri sıkıştırarak, çok büyük kaya parçalarını dağıtarak ve 600 metre kalınlığa kadar ulaşan tortulardaki jeolojik yığınlarla araziye kaplayarak kıtalara bugünkü şekillerini vermiştir. Bugün pencerelerimizden dışarıya baktığımızda gördüğümüz şey, muhtemelen buzun doğurduğu sonuçtur. Kara, muazzam ağırlıktaki buzullardan kopmaya hâlâ devam etmektedir; Kanada'nın ovaları, Buzul Çağı'nın bitiminden bu yana yaklaşık 300 metre yükselmiştir ve yılda 2.5 santimetre ilerleyerek yükselişlerini sürdürmektedirler.

Beşeri açıdan bakacak olursak, buzların son kez eridiği dönem tarımın icadına, kasaba ve şehirlerin kurulmasına ve –bazı paleobiyologların iddia ettiklerine göre yinelenen korkunç iklim değişikliği ile bin yıldan uzun süre boyunca bilenen beyinlerimizin zihinsel olarak hazır olduğu– medeniyetlerin doğuşuna denk

gelmişti. Örneğin nörobiyolog William H. Calvin, ilk hominid beyninin olağanüstü biçimde dört kat büyümesinin yaklaşık 2.5 milyon yıl önce, son Buzul Çağı'nın başlangıcında başladığına dikkat çekmektedir. Ayrıca insan zekâsının evriminin, birbirini takip eden uzun süreli donma ve erime dönemlerine alışma ihtiyacınca yönlendirilmiş olabileceğini ileri sürmektedir. Belirsizliklerle dolu bir Buzul Çağı dünyasında yalnızca en zeki hominidler –sorun çözme yeteneğine, öngörüye, yaratıcılığa sahip akıllı kişi olarak tanımladığımız çok yönlü kişiler– hayatta kalabiliyordu. Yaşam sıcak suda başlamış olabilir ve kesinlikle sıvı suya bağlıdır. Ne var ki, beyinlerimizi muhtemelen buza borçluyuz.

Bu gezegen o kadar açık biçimde okyanusken,
ona Dünya* demek ne kadar uygunsuzdur!

Arthur C. Clarke

Su etrafımızı sarar, bizi dehşete düşürür ve büyüler. Denizle hiç alakası olmayan kişiyi bile kendisine çeker. Deniz, *Hazine Adası* ve *Korkusuz Kaptanlar*'dır; Kaptan Nemo ve Krakendir²; Ahab ve beyaz balinadır; bilinmeyen batıya yelken açan Columbus'dur; İspanyol Donanması'nı yenmek üzere yola koyulan Francis Drake'dir; meydan okuyan bir edayla henüz savaşmaya başlamadığını ilan eden John Paul Jones'dur. "Sağlıklı gürbüz bir ruha sahip sağlıklı gürbüz delikanlıların hemen hepsi er ya da geç denize gitmek için neden can atarlar?" diye yazmıştı Herman Melville. Bunun cevabı da Moby Dick'tedir, çünkü su, özgürlük ve maceranın, aşk ve arzunun elementidir. Bu özelliği neredeyse

* Burada kullanılan İngilizce earth kelimesi, toprak ve dünya anlamındadır. (Çev.)

² İskandinav mitolojisinde yüzen ada olarak da bilinen efsanevi deniz canavarı; ahtapot. (Çev.)

hiç kimse, okyanus hakkında yazılmış en çok çağrışım uyandıran bazı mısraların, tuz ve su serpintileri destanlarının, uzun direkli gemiler, alizeler ve kalyonların yazarı olan İngiliz saray şairi John Masefield'den –on üç yaşında denize gönderilen bir öksüz– daha iyi kavrayamamıştır. Dalgalar ve tuzlu suyun uzaktan gelen çağrılarını hepimizi ayartır. Kansas eyaletindeki çocuklar –denizden o kadar uzak bir eyalettir ki, orada yaşayanların sandal küreğini tanımamaları mümkündür– yine de denizle ilgili şarkılar söylerler.

OED, *okyanus* kelimesini, “yerkürenin yüzeyinde bulunan, karayı çevreleyen geniş su kütlesi” olarak tanımlıyor ve bu kelimenin İngilizcede yazılmış en eski kaydının, Aziz Brendan'ın deniz yolculuğu hakkındaki bir hikâyede geçtiği (“occean” olarak yazılmıştı) 1290 yılına dayandığını belirtiyor. Bu kelime, antik Yunancada okyanus tanrısı Okeanos'dan türemiştir. Okeanos daha sonra tahtını, çok daha önceden harekete geçen Poseidon'a, ne zaman ne yapacakları belli olmayan birkaç güçlü şeyin –depremler, atlar ve su– mavi saçlı tanrısına bırakacaktı. Norveç mitolojisinde denizler, kırmızı kafalı dokuz kızının dalgaları yönettiği Aegir devinin krallığıydı; Çin efsanesinde denizler, her birinin beş ayağı, sakalı ve sarı pulları olan, okyanus tabanındaki büyük saraylarda yaşayan ve yemeklerini panzehir taşları ile inciler üzerinde yiyen beş Ejderha Kral tarafından yönetiliyordu. Hepsinin ortak özellikleri vardı: Deniz tanrıları evrensel olarak aksi, çabuk sinirlenen, acımasız varlıklardı. Aegir öfkelendiğinde fırtınalar çıkarıyor, gemileri batırıyordu; Ejderha Krallar ise canları istediğinde hortumlar, tsunamiler ve tayfunlar yaratıyorlardı. *Odysseia* destanının tamamı, aslında zeki olan Odysseus'un Poseidon'u kızdırması ve bunun karşılığında da Poseidon'un onu Troya'dan evine dönüş yolunda yirmi yıl boyunca kötü şans ve kötü havayla cezalandırması nedeniyle ortaya çıkmıştı.

Denizin korkunç gücü ve katı mantıksızlığı, onunla yakın ilişki içerisinde yaşayanların hayatlarında önemli yer tutar. “De-

niz, insanogluna asla dostça yaklaşmamıştır,” diye yazmıştı Joseph Conrad. Sebastian Junger’in *Kusursuz Fırtına* adlı kitabından uyarlanan filmin nefes kesen beş dakikalık bölümünü izleyen herkesin bildiği gibi, denize duyulan aşk tehlikeyle doludur. Eski denizciler, okyanusun kaprisli tanrılarını sakinleştirmek için onlara kurbanlar sunuyorlardı: Romalılar boğa, Japonlar pirinç, Britanyalılar ise insan –genellikle uçurumların tepelerinden törenlerle fırlatılan suçluları– sunuyorlardı. Vikingler ejderha başlı gemilerini, yeni hazırlanmış gemi omurgalarını tutsakların zincirlerine bağlı vücutlarına yükleyerek korumaya çalışıyorlardı. Hıristiyanlar ise bir zamanlar gemilerini vaftiz ettiriyorlardı; bugün bile yeni bir gemiyi denize indirirken pruvasında bir şampanya şişesi kırarız.

Denizle olan mücadelemiz, bütün avantajın denizin tarafında olması nedeniyle, en başından beri eşit değildir. Onun bu denli geniş ve kaba yapısı karşısındaki âcizliğimiz bizi etkilemiştir. Rahat bir yolculuğu, güvenli limanları ve gemilerimizin sağ salim geldiği mutlu günü umut ederiz. Güçlükler denizdeki fırtınalardır, yaşam ve aşk ise küçük şahsi teknelerimizi hırpalayan çılgın okyanuslardır. Thomas Jefferson, fırtınalı özgürlük denizinden, T.H. Huxley ise tehlikeli siyaset denizinden bahsetmiştir. Karayolları ve havayolunu kullanmadan önce, en iyi toplu taşıma *felaket* aracımız denizdi; onu daha da korkunç kılan şey, kurbanlarının arkalarında tek bir iz bile bırakmadan yok olmalarıydı. Deniz *Hesperus* ile *Mary Deare*’nin enkazı, gemilerin mezarlığı, Anne Sexton’ın ölü annesi ve Rudyard Kipling’in insanları dul bırakan yaşlı gri canlısıdır. Ahab’ın *Pequod*’unu, *Moby Dick*’in sonunda, denizin “büyük örtüsü” yutar.

Fırtınada batan Viking gemilerinin Aegir’in ağzına düştükleri söyleniyordu, daha yakın yüzyıllardaki kurbanlar ise Davy Jones’un ambarına düşüyorlardı. 18. yüzyıl romancısı Tobias Smollet’in *The Adventures of Peregrine Pickle* adlı eserine göre Davy, “derinlerin bütün kötü ruhlarına hükmeden şeytandır ve

kasırgaların arifesinde gemi teçhizatının içine tüneyerek sık sık değişik şekillerde görünür.” Başka kaynaklar ise bu ismin farklı farklı kişilere ait olduğunu söyler. Kimisi acımasız bir korsana, kimisi zorba bir çeteyi yöneten vicdansız bir meyhaneciye (müşterileri romla uyuşturuyor ve bu kişiler donanmayı boyluyordu), kimisi de İncil’de adı geçen Yunus’a veya Galler’in koruyucu azizi David’e. Ambarın yapısı hakkında ise daha az anlaşmazlık vardır. Ambarın okyanusun dibi olduğu konusunda herkes hemfikirdir.

Dip, onu nerede aradığınıza bağlı olarak, derinden, dehşete düşürecek derine kadar değişir. Davy Jones’un tavan arasını, kıtasal kara kütlelerini ilerleten sualtı şelfleri işaretler. Bu, okyanusa göre sığ bir yer olan, yaklaşık 1000 kilometre genişliğinde ve ortalama 60 ila 180 metre derinliğindeki bir alanın herhangi bir yerine denk gelmektedir. Dalgaların 3700 ila 4600 metre altındaki kara yığını, okyanus çanağıdır; bazı bölgeler daha da derindedir. Pasifik adaları Guam ile Yap arasındaki Mariana Çukuru’nun kuzey ucu, okyanusun en derin noktasıdır – 11.033 metre. Everest Dağı burada gözden kaybolabilir, hatta su yüzeyiyle arasında 2100 metreden fazla bir boşluk da kalır. Bu cehennemi derinliklere asla ışık girmez ve buralarda yaşayabilen yegâne yaratıklar, deniz tabanındaki pisliklerle beslenen ve her nasıl oluyorsa, nükleer bir denizaltıyı yok edebilecek basınçlara dayanabilen sosis şeklindeki derisi dikenli yılmaz denizhiyarlarıdır.

Hangisinin daha büyük olduğu veya önce geldiği konusunda yumurta mı tavuktan, tavuk mu yumurtadan türünde bir tartışma olsa da, deniz geleneksel olarak okyanusla eş anlamlıdır. 1880 tarihli bir coğrafya kitabı, “Deniz, sürekli bir sıvı kütlesi olsa da, tanımlamada kolaylık olması açısından okyanus diye adlandırılan farklı bölümlere ayrılmıştır,” diyordu; böylece, “Okyanusun, genel su kütesinden ayrıldığı herhangi bir bölümüne deniz denir,” diyen 1635 tarihli büyük bir coğrafya kitabı ile tamamen çelişiyordu. *Britannica Ansiklopedisi* hassas bir dille, “deniz” ifadesinin coğrafyada bol miktarda kullanıldığını açıklıyor. Aslında bu,

inkâr edilemez bir durumdur çünkü Hazar ve Aral denizlerinin her ikisi de göldür. Karayip, Kuzey ve Baltık denizleri, Atlas Okyanusu'nun Güney Çin, Mercan ve Tasman denizleri ise Pasifik Okyanusu'nun alt kümeleridir.

Danimarkalı kâşif Peter Freuchen, *Book of the Seven Seas* adlı kitabında, “Herkes Yedi Deniz hakkında konuşur, ama neredeyse hiç kimse bunların isimlerini bilemez veya birinin nerede sona erdiğini ve diğerinin nerede başladığını söyleyemez,” diyordu. Freuchen ayrıca, çağrışımlar uyandıran bu ismin antik kökenli olduğunu, uzun zamandır kullanılmadığını ve ancak 1896 yılında Rudyard Kipling yeni şiir kitabına *Yedi Denizler* adını seçtiğinde yeniden gündeme geldiğini açıklıyordu. Biraz keyfi olarak belirlenmiş yedi deniz şunlardır: Kuzey Buz Denizi, Güney Buz Denizi, Kuzey Atlantik, Güney Atlantik, Kuzey Pasifik, Güney Pasifik ve Hint Denizleri. Ne var ki günümüzde hiçbir coğrafyacı, bunlardan bu isimle bahsetmemektedir. Sonuç şudur ki, bir deniz, genellikle bitişiğindeki sahille tanımlansa da –Arap Denizi, İrlanda Denizi ve Japon Denizi örneklerinde olduğu gibi– okyanus dünyası ile koparılamaz biçimde iç içe geçmiş bir hâlde büyük bütünün bir parçası olarak kalır. Bu, ne kadar da dikkatsizce isimlendirilmiş olsalar da, denizleri bağımsız varlıklar, kıtasal sınırların içinde sıkışıp kalmış karayla çevrili kütleler olan göllerden farklı kılar.

Dünyadaki göllerin çoğu, ilerleyen buzulların açtıkları çukurlardır. Başiboş dolanan buz, Kuzey Amerika'nın Büyük Gölleri ile New York'un Finger Gölleri'ni oluşturmuş ve Minnesota'ya “on bin göl diyarı” yapan su dolu oyukları etrafa saçmıştı. Bazı göller, volkanik patlamalarla meydana gelen kraterlerin içinde oluşmuştur. Bunun bilinen örneklerinden biri, 7700 yıl önce Mazama Yanardağı'nın patlamasının ardından oluşarak kazan şeklindeki havzasını dolduran, Oregon'daki Krater Gölü'dür. Sırasıyla Glen Kanyonu ile Asvan Barajı'nın ürünleri olan Arizona'nın Powell ile Mısır'ın Nasser gölleri insan yapımıdır. İsviçre'nin 72

kilometre uzunluğundaki Cenevre Gölü, Rhone Nehri'nin kayalarla tıkanması sonucunda oluşmuş doğal bir barajın ürünüdür. Afrika'nın Rift Vadisi'ndeki heybetli gölleri –Tanganyika, Malawi ve Viktorya– Afrika ile Somali tabakalarının, yılda 1 mm ilerleyerek birbirlerinden ayrıldıkları yerdeki boşlukları doldurur. Rusya'nın Baykal Gölü –dünyadaki en eski ve en derin göldür– yer kabuğundaki tektonik çatlakları doldurmaktadır.

Derinlik, bazı ölçütlere göre, bir gölü kendisinden bir boy daha küçük akrabası göletten ayıran şeydir. Baykal Gölü, en derin noktasında 1620 metre derinliğindedir; Hazar Denizi –ismine rağmen bir göldür, hem de dünyanın en büyük gölüdür– 946 metre derinliğindedir; ABD'deki Büyük Göller'in en büyüğü olan Superior Gölü'nün derinliği ise 406 metredir. Göletler ise aksine en fazla 30 ila 60 metre derinliğe sahiptirler; yani güneş ışığının en dibe ulaşabileceği kadar sığdırlar. Bir gölete kendine özgü doğal çevresini veren şey aydınlatmadır. Suyun her yerinde fotosentez gerçekleşebilir. Bu da göletlerin bitki örtüsü ve beraberinde doğal yaşam çevresi açısından zengin oldukları anlamına gelir. Walden Göleti'nin –Thoreau, kod çizgisine bir taş bağlayarak kış mevsimindeki derinliğini bizzat ölçmüştü– ortasındaki derinliği, bir gölet için uygun derinlik olan 31 metredir. Walden'ın 23 hektarlık büyük yüzey alanı ve bir kumsalının olması, göletinin konumunu biraz sarsmaktadır. Genel olarak bir gölet, o kadar küçük bir tatlı su kütesidir ki, etrafında bir kumsal oluşturacak kadar düzenli dalgalar oluşmaz; Thoreau'nun –kumsal benzeri kısımlarıyla 800 metre uzunluğundaki– göleti, aslında Walden Gölü olarak adlandırılabilir.

Günümüzdeki *wave*³ kelimesi, eski Germen dilinde dalgalı veya aşağıya ve yukarıya doğru hareket etmek anlamındaki *waw*

³ Ing. Dalga (Çev.)

kelimesinden gelmiştir. Bizler de hiç çekinmeden, aralıklarla hareket eden veya tekrar tekrar gerçekleşen neredeyse her şey için bu kelimeyi kullanırız: Sevgi, hasret, korku, bayılma, hücum eden düşman askerleri veya futbol maçlarında taraftarların yaptıkları Meksika dalgaları. Bu kelime ilk kez ve en iyi biçimde suya uygulanmıştır. Dalga, en ıslak anlamıyla, insana huzur veren dalgacıktan –plaj şemsiyesinin altından tembelce izlenen türden-fener kulelerini devirebilecek, köyleri yok edebilecek ve on ton ağırlığındaki iri kaya parçalarını altı metre yüksekliğe fırlatabilecek güce sahip gürültülü korkunç olaylara kadar her şeyi tanımlar. Dalgaların çoğu, Yunanlıların başlıca elementlerinin –su ve rüzgâr– ikisinin ortak ürünüdür.

Dalgalar çoğunlukla, rüzgârın deniz yüzeyi üzerinde sürtünmesi sonucunda oluşur. Dalganın büyüklüğünü, rüzgârın gücü, hızı veya süresi ile kat ettiği mesafe, yani rüzgârın açık denizde engellenmeden aldığı mesafe belirler. Dalgaların oluşumu için en ideal durum, durgun deniz yüzeyinin üzerinde uzun kilometreler boyunca sürekli esen şiddetli bir rüzgâr gerektirir; bunun sonucunda da genellikle çarpıntı veya deniz dalgaları olarak bilinen karmakarışık durum oluşur. Rüzgâr tarafından oluşturulan bu tür dalgalar genellikle, hepsi fırtınalı havanın hızla değişen basınçlarına ve ani rüzgârlarına anında tepki gösteren dalgalar, dalgacıklar ve köpüklü dalgaların düzensiz bir karışımıdır. Ne var ki rüzgârı aşan dalgalar, çoğunlukla ne yapacakları daha tahmin edilebilir ve daha sakin bir biçime girerler. Kabarık dalgalar olarak da bilinen bu düzgün simetrik iniş ve çıkışlar, aynı zamanda okyanusun en uzun dalgaları arasında yer alır. Saatte 30 ila 50 kilometre arasında hızlarla ilerleyen bu dalgaların uzunlukları çoğu kez 300 metrenin üzerine çıkar.

Dalgalar suyun ilk tasvirlerinin bazılarında yer alır. Mısırlıların su hiyeroglifi, dalgaların doruk ve dip noktalarını gösteren zikzak bir çizgiden ibaretti. Suyu ifade eden dalgalı çizgiler ise Bask çömlekleri, antik Yunan vazoları, Bayeux halıları (istilacı

Normandiya filosunun gemilerinin altlarına dikilmişti) ve Orta Çağ hanedan armalarında görülmektedir. Bu, pek çoğumuz için nahoş bir imgedir. Durmadan yinelenen iniş çıkışlar arasında gidip gelmek, dengesiz deniz üzerinde neredeyse hepimizi bir ölçüye kadar etkileyen *deniz tutması* belirtilerini doğurur. Görünüşe göre deniz tutması ifadesi çok eskilere dayanmaktadır çünkü *nausea** kelimesi antik Yunancada gemi anlamındaki *naus* kelimesinden gelmektedir. Deniz tutması, anında rengimizi soldurup istifra etmemize neden olan rahatsız edici bir duyuşal uyumsuzluk olarak göz içerisindeki gözlenebilir ve iç kulaktaki görünmeyen belirtilerin tutarsız bir karışımıdır. İngiltere'nin denizlerdeki en büyük kahramanı Amiral Lord Nelson bile deniz tutmasının sıkıntısını çekmişti (Emma Hamilton'a, "O kadar korkunç bir deniz tutmasına yakalandım ki, kafamı kaldıramıyorum!" diye yazmıştı acıklı bir şekilde) ve rahatsızlığının en kötü dönemini atlattığı olduğunu sağlama almak için, savaşlarını denize açıldıktan en az dört gün sonra başlayacak şekilde planlamış olduğu söylenir. Nelson'un döneminde bu mide bulantısından kurtulmaya yardım edecek pek bir şey yoktu, eldeki yegâne ilaçlar rom ve pelinotuydu; anlaşılan o zamandan beri pek de ilerleme kaydedilememiştir. *Merck Manual of Medical Information*'ın 1899 baskısı, dikkatsiz bir biçimde, deniz rahatsızlığına karşı striknin, nitroglicerinin veya buzlu şampanya kullanılmasını öneriyordu; günümüzdeki bulantı gidericilerin arasında Dramamine, zencefil ve kraker vardır. Bunların hiçbiri işe yaramasa bile, hastalar her zaman için deniz tutmasının koruyucu meleği Aziz Erasmus'tan yardım dileyebilirler. Aziz Erasmus –ayrıca Aziz Elmo, Aziz Elmo'nun ateşi olarak da bilinir– denizdeki fırtınalardan doğum sancıları ve apandisite kadar çeşitli deniz ve mide rahatsızlıklarında verdiği destekle ünlüdür. 303 yılında iç organları çıkarılarak şehit edilmişti.

* İng. Bulantı. (Çev.)

Dalgalar, tıpkı buzdağları gibi, suyun yüzeyinin çok altlarına kadar uzanırlar. Bir dalga, kendi uzunluğunun yaklaşık yarısı kadar dibe ulaşır. Dalga, açık denizde pek etki yaratmaz, ama kıyıya yaklaştıkça sorun yaratır. İlerleyen dalganın alt kısmı deniz tabanına çarptığında dalganın devinimi yavaşlar. Coşkuyla ileri doğru gitmeye devam eden umursamaz tepe noktadan oldukça yavaş ilerleyerek gerilemeye başlar. Ortaya çıkan sonuç –Katsushika Hokusai'nin tahta kalıpla basılmış ünlü kitabı “*The Great Wave Off Kanagawa*”da çarpıcı biçimde betimlenmiştir– daha çok yokuş aşağı koşarken dengesini kaybeden, başı ve gövdesi çılgınca koşan ayaklarından oldukça önde giden bir koşucuya benzer. Dalga, kumsala doğru hızla yaklaştıkça, altındaki destek unsurları geride kalır, destek görmeyen tepe nokta ise sonunda sendeleyip öne doğru düşer ve su serpintisi olarak dağılır. Bu tür dalgalara *çatlayan dalgalar* ismini veren şey, kuma doğru yapılan bu öz yıkıcı dalıştır. Antik Yunan'da deniz tanrısı Poseidon'un, atları kırılan dalgalar şeklinde yaratmış olduğu söylenir.

Görünenlerin tümünün aksine, dalgalar suyun içerisinden geçip giderken, su hep aynı yerinde kalır. Dalga yalnızca, düz geçiş yapan enerjidir; ileri doğru ilerlerken altındaki suyu çalkalayarak bir an için hızla dönen ve dalga onu terk edip yoluna devam ettiğinde eski konumuna dönen bir çember oluşturur. Çalkantılar, rüzgâr veya gizli akımlar olmadığı takdirde, okyanusun ortasına konulmuş kauçuk bir sal gibi, dalganın geçen üst kısmıyla biraz öne, alt kısmıyla da biraz geriye doğru yalpalayarak aslında aynı yerinde kalır. Dalgalardaki suyun bu tuhaf hareketi ilk kez Alman araştırmacı Franz Gerstner tarafından tanımlanmıştı. Gerstner dalgaların kıpırdattığı deniz yosunlarını dikkatlice gözlemledikten sonra, dalganın üst kısmındaki suyun dalganın gittiği yönde ilerlediğini, alt kısmının ise ters yönde geriye doğru gittiğini tespit etmişti. Gerstner, bir dalganın gerçek şeklinin sikloit olduğunu açıklıyordu. Gerstner'in gözlemleri daha sonra, farklı zamanlarda su, cıva veya konyakla doldurdukları ilk deneysel

dalga tankını kullanan Alman Ernst ve Wilhelm Weber tarafından doğrulanmıştı. Anlaşılan konyak kullanmaktaki yegâne amaçları, onun içinde dalgalar yaratmaktı. Willard Bascom, “*Ocean Waves*”de, “İçkinin cezbediciliği karşısındaki dirençleri, daha sonraki bütün araştırmacılar için ilham kaynağı olmuştur,” diye yazmıştı.

Dalgaların en büyüğü, her 12 saat 25 dakikada birbiri ardına gelen met ve cezirlerle denizi kıyıda günlük ortalama bir metre aşağı ve yukarı doğru sürükleyerek suyu gerçekten de hareket ettiren küresel geniş gelgit kabarmasıdır. Deniz suyunun gün içerisinde çekilmesi ve kabarması, eski zamanlardan beri batıl inançlar ve simgelerle dolu olmuştur. Pasifik’in kuzeybatısındaki Haida halkı, ölü ruhların, doğaüstü bir kano içerisinde ruhlar diyarına taşınmak üzere gelgitle birlikte gittiklerine inanırdı. Shakespeare’in Falstaffı “gelgit dönümünde” ölmüştü; Charles Dickens’in *David Copperfield* adlı kitabındaki Mr Pegotty ise meseleyi şöyle ele alıyor: “İnsanların sahilde ölmeleri mümkün değildir... elbette gelgitin çok yakın olduğu zaman dışında.

Gelgitin ritmik döngüsü, değişim için sürekli olarak kullanılan bir benzetmedir – savaşta, iş meselelerinde veya kamuoyundaki gelgitler gibi. Ayrıca, akan her şey genellikle gelgitlere benzetilir. Çoğunlukla aynı görüşü paylaşan kişilerin gelgite kapıldıkları söylenir; öte yandan gelgite karşı koyan kişiler ise muhalif ve asidirler. Bizler çoğunlukla medi, cezire tercih ederiz. Yüksek su, başarı ve azami verimin edebi ifadesidir. Öte yandan çekilmiş su, başarısızlığı ve düşüşü ifade eder. Biyoloji, ne yüksek ne de çekilmiş suyu tercih eder, bunun yerine bu ikisinin arasındaki verimli boşluğa yoğunlaşır. Yüksek ve çekilmiş gelgit çizgileri arasında uzanan bölge; kumları kayaları ve havuzları; aralarında midyeler, deniz salyangozları, kabuklu deniz hayvanları,

yengeçler, denizkestaneleri ve denizşakayıklarının olduğu çok sayıda organizmayı barındıran kıyısız veya gelgitler arası alan olarak adlandırılan eşsiz bir ekolojik çevredir. Deniztarakları toplamak istiyorsanız, elinize kova ve kürek alıp gideceğiniz yer burasıdır.

Antik Yunanlılar, gelgitlere, dünyanın –denizin dibinde bir yerlerde yatan– burun deliklerinin ritmik soluk alıp vermesinin yol açtığına inanıyorlardı; bir Filipin efsanesi, gelgitlere doğaüstü bir yengecin dairesel hareketlerinin sebep olduğunu iddia ediyordu. Ne var ki esas neden, Evrensel Yerçekimi Kanunu’nu henüz geliştirmiş olan Sir Isaac Newton’un gelgitleri Ay’ın çekim kuvvetine bağladığı 1687 yılına kadar bir sır olarak kalmıştı. Ay, dünyanın etrafında dönerken yeryüzündeki okyanuslar onun etkisiyle çekilirler. Bütün gezegeni çevreleyen ve batıdan doğuya saatte 3200 km hızla ilerleyen gelgit, aslında dünyadaki en uzun dalgadır. Ay’ın çekim kuvvetinin en güçlü olduğu yerler, doğrudan Ay’ın altında olan bölgelerdir. Buralarda deniz yükselir. En zayıf olduğu yerler ise yeryüzünün Ay’dan en uzak bölgeleridir. Buralarda deniz alçalır. Yükselme veya alçalma olaylarının hangi boyutta oldukları büyük ölçüde bölgenin coğrafi yapısına bağlıdır. Örneğin Akdeniz’de, Cebelitarık Boğazı’nın dar geçidi nedeniyle nispeten zayıf gelgitler meydana gelir. Panama Kanalı’nın doğu tarafındaki (Karayipler) met, yaklaşık 30 cm olurken, kanalın Pasifik tarafındaki –yaklaşık 16 km ileridedir– met ise 4 metredir. Kanada’nın huni şeklinde dar bir kıyıya sahip Fundy Körfezi, yüksekliği 12 metrenin üzerine ulaşan, dünyanın en yüksek met olayına ev sahipliği yapar. En etkileyicileri okyanusun kıyısında olsa da, karada da gelgitler meydana gelir. Ayaklarımızın altındaki tabaka, gelgitle birlikte günde ortalama 20 cm inip kalkar; Moskova şehri –yeryüzünün özellikle duyarlı bir bölümünün üzerinde yer alır– günde 50 cm inip kalkar.

Bildiğimiz üzere zaman, gelgitlerin oluşturduğu bir kavramdır. OED’ye göre zaman ve gelgit, aslında her ikisi de eski İngiliz-

cede “uzamak” anlamına gelen (ti) kökünden türemiş olan aynı kelimedir* . Bu çok akıllıca bir tanımdır. Doğrusu su, zamanın elementidir; pek çoğumuzun içine daha fazla dakika eklemek isteyeceği 24 saatlik gün, su ve Ay’ın ürünüdür. Ay’ın çekim kuvvetine karşılık olarak suyun deniz tabanında sürüklenmesi, dünyanın dönüş hızını her 50.000 yılda bir saniye yavaşlatan kozmik bir fren görevi görür. Dört yüz milyon yıl önce, dinazorların altın çağında, dünya daha hızlı dönüyordu ve bir gün yalnızca 22 saat uzunluğundaydı; buna göre, bugünden dört milyar yıl sonra, bir gün 48 saat uzunluğunda olacaktır. Sonunda –eğer gezegenimiz o kadar yaşarsa– gelgit freni dünyayı zamanla öyle yavaşlatacak ki, dünya, Ay ile mutlak bir eş zamanlılık içerisinde dönecektir. Bu gerçekleştiğinde bir gün 1200 saat olacaktır ve gelgit şişkinliği, dünyanın etrafında daha fazla dönemeyerek yerinde sayacaktır.

Sözde “gelgitsel” dalgaların zamanlı gelgitlerle hiç alakası yoktur. Bunlar –daha çok tsunami olarak bilinirler– deniz altı depremleri veya volkanik patlamaların korkunç çocukları olan sismik dalgalarıdır. Depremlerle birlikte oluşan ani tabaka kaymaları, denizin dibinde gerçekleştiklerinde, devasa su kütlelerinin yer değiştirmeleriyle sonuçlanırlar. Yeni oluşan bir tsunaminin deniz yüzeyindeki oluşumu aldatıcı biçimde uysal görünür. Dalga, yukarıdan bakıldığında bir iki metre yüksekliğindedir; ne var ki alt tarafta, hızla ve bela arayarak yüzen bir enerji paketi olarak okyanus tabanına ulaşacak kadar aşağıya uzanır. Tsunamilerin dalga uzunlukları birkaç bin mile ulaşabilir ve saatte 800 kilometrenin üzerinde –ortalama ticari jet uçaklarının hızında– bir hızla ilerlerler. Bu hızlı geçişleri, okyanusun ortasındaki bir geminin yalpalamasına neden olur; dalganın gerçek yapısı, ancak dalga kıyıya yaklaştığında ortaya çıkar. Devasa dalganın alt kısmı deniz tabanı boyunca sürüklenmeye başladığında dalga boyu kısalır ve

* Time ve Tide. (Çev.)

tsunaminin muazzam enerjisi yüksekliğe dönüşür. Dalga, büyü-yerek yaklaşık 30 metre boyunda –Çin Seddi'nin yüksekliğinin dört katından fazladır– yaklaşan bir su duvarı haline gelir ve ardından da korkunç bir şekilde kıyıya çarparak yolunun üzerindeki her şeyi yok eder. Su, bir noktada yeteri kadar biriktiğinde, atom bombası kadar yıkıcı olabilir.

26 Aralık 2004 tarihinde Hint Okyanusu'nun tabanındaki bir deprem sonucu oluşan tsunami, tarihte kaydedilmiş en yıkıcı tsunamidir. Bu tsunami sonucu oluşan korkunç su baskını, Endonezya, Güneydoğu Asya, Sri Lanka, Hindistan ve Doğu Afrika kıyılarını harap ederek yaklaşık 235.000 kişinin ölümüne neden olmuştu. Tsunami, deprembilim uzmanlarına göre Sumatra'nın kuzeybatısındaki deniz yatağında beş metrelik ani bir yükselişle başlamıştı. Bu jeolojik sarsıntı, üzerindeki 5 kilometre yüksekliğindeki su tabakasını harekete geçirmişti. Büyük dalganın toplam enerjisi beş megaton TNT patlayıcısına eşitti. Bu miktar, Hiroşima ve Nagasaki'ye atılan atom bombaları da dâhil olmak üzere, İkinci Dünya Savaşı boyunca ateşlenen, atılan veya patlatılan bütün silahların üretmiş olduğu patlayıcı enerjinin iki katıdır. Dalga bazı yerlerde, tsunami kara parçasına varır varmaz, iki kilometre kadar içerilere girer.

Küvetler ile kovaların mütevazı maddesi su, kudretlidir. 1883 yılında Krakatoa'daki patlamanın ardından oluşan tsunami, arkasında 36.000 ölü bırakmıştı. “Gözlerimizin önünde... kasabanın bütün evleri, bir nefeste yıkılan iskambil kâğıtlarından kaleler gibi yok olup gitti,” diye yazmıştı olaydan sağ kurtulmuş biri. “Kısa bir süre önce Telok Betong kasabasının olduğu yerde artık açık denizden başka bir şey yoktu.”

Dünyadaki suların çoğu tuzludur. Deniz suyu, tuzla eş anlamlıdır ve “tuzlu” da “derin”i niteleyen sözcüktür. İskandinav

efsanesine göre ilk okyanuslar tatlı suyla doluydu. Denizin dibinde hiç durmadan dönen sihirli bir tuz değirmeninin ürünü olan tuz, daha sonra birikmişti. Efsanenin bazı uyarlamalarında, değirmen tamamen kendi başına dönüyordu; diğerlerinde ise bir çift hoşnutsuz dişi dev tarafından çevriliyordu. Bu hikâyeden alıntı yapılarak daha sonra yazılan “Deniz Neden Tuzludur” başlıklı bir masal, Andrew Lang’ın *Blue Fairy Book* kitabında yer almaktadır. Bu masal iki erkek kardeşi (biri zengin biri fakir) ve bir el değirmenini anlatır. 19. yüzyılın ahlaki dersler veren bütün peri masallarında olduğu gibi, bencil ve zengin kardeş hak ettiği cezayı bulur ve iyi niyetli fakir kardeş de ondan sonra hep mutlu yaşar; böylece sihirli el değirmeni bir deniz kaptanının eline geçer. Kaptan bununla tuz öğütmeye başlar, ne var ki daha sonra değirmeni durduramaz. Delicesine dönen değirmen sonunda o kadar çok tuz öğütür ki, gemiyi ve beraberinde kendisini de batırır.

Norveç mitolojisinde deniz suyu Odin, Hoenir ve Lodur tarafından öldürülüp büyük Ginungagap çukuruna atılan ilk buz devi Ymir’in tuzlu kanından gelmektedir. Buna göre, buz canavarları insanlardan daha tuzlu olmalıydılar. Deniz suyu, insanın kan plazmasından yaklaşık dört kat fazla tuzludur. Bu, yaklaşık % 3.5 oranında çözünmüş katılara tekabül eder ve aslan payı, kumpirlerimizin üzerine serptiğimiz sodyum klorür, diğer adıyla sofrata tuzundadır. İkinci derecede önemli bileşenler ise kalsiyum, magnezyum, potasyum, sülfat, bikarbonat, bromür, stronsiyum, bor, silikon ve flüordür; az miktardaki elementlerin arasında –tuz birikintilerinde milyonda bir oranında bulunurlar– neredeyse her şey vardır. (Buna altın da dâhildir. Okyanusların her bir kilometre küpü, yaklaşık bir milyon dolar, toplamda da 300 trilyon dolar değerinde altın barındırır.) Madenlerle dolu tuz kokteyli ağırlığa etki eder: Deniz suyu tatlı sudan yaklaşık % 3 oranında ağırdır.

Sonuçta kullandığımız tuzun büyük bir kısmı, deniz suyundan elde edilir. Dünya çapında büyük yeraltı birikintilerinde bu-

lunan kaya tuzu, yüzlerce milyon yıl önce buharlaşmış antik denizlerin kalıntısıdır. Tuzlalar –bugün kölelere özgü çalışma koşullarıyla eş anlamlı hâle gelmişlerdir– binlerce yıldır faaliyettedirler. Avusturya’daki Hallstein ve Hallstatt tuz mağaraları bilinen en eski mağaralardır ve geçmişleri Cilalı Taş Devri’ne kadar dayanmaktadır. Bu mağaralar, “Tuz Şehri” anlamındaki günümüz Salzburg şehrinin yakınlarında yer almaktadır. Bugün dünyadaki tuzlalar ile tuz işletmelerinin tamamı, yılda 200 milyon tonun üzerinde tuz üretmektedir. Tuz, (camdan sabuna, kâğıttan plastiğe ve antifrizze kadar her şeyin yapımında tuz kullanan) kimya endüstrisi ve (buzlu yollara tuz serpen) karayolları birimleri tarafından büyük talep görmektedir. Yıllık tuz üretiminin yalnızca yaklaşık % 5’i –küçük, ama önemli bir bölümü– insanların gıda tüketiminde kullanılmaktadır.

Çoğumuzun kayıtsızca “tuz” olarak tanımladığı sofraya tuzu, neredeyse tamamen sodyum klorürdür. Bir kimyacı için “tuz”, yalnızca sodyum klorürü değil, aynı zamanda tuzun çok sayıdaki diğer bileşenlerini de –bromür, iyodür, sülfat, sülfür, fosfat, nitrat, asetat, karbonat ve permanganat– ifade eden daha geniş bir terimdir. Ne var ki, sodyum klorür, Tuzların Kraliçesidir, neticede yaşamımızı sürdürmemize yardım eder. Ortalama bir yetişkin vücudu, sınırlar ile kasların çalışmaları, uygun sıvı dengesi ile besin naklinin korunması için son derece gerekli olan yaklaşık 90 gram tuz içerir. Vücudumuzdaki 18 çay kaşığı dolusu tuz olmasa, varlığımızı sürdüremeyiz. İdrar, gözyaşı ve ter yoluyla sürekli olarak tuzu kaybederiz; bu yüzden kaybedilen tuz stokumuz daima yeniden doldurulmalıdır. Atletler ve işçiler, ter yoluyla günde 15 gram veya daha fazla tuz kaybederler.

Tuza ihtiyacımız vardır. Deniz suyunun bu tanımlayıcı kimyasal maddesinin insanlık tarihinde bu denli önemli bir rol oynamış olmasının nedeni budur. Onun uğruna savaşlar yapılmıştır; onun için zorla vergiler toplanmıştır; eski Çinliler, tuzdan madeni paralar yapmışlardı. Eski Roma’da askerlerin maaş-

ları tuzla ödenirdi. Böylece hem maaş* kelimesinin kaynağı olan *salarium*, yani “tuz para”, hem de işten kaydardığı halde aşırı para alan kişileri tanımlayan “tuzunun adamı değil” gibi ifadeler doğmuştur. Tuzun paylaşılması, Orta Doğu’da dostluk bağının simgesidir. İncil, oldukça bağlayıcı yeminler veya taahhütler olan “tuz anlaşmaları”ndan bahsetmektedir. İlk kervan güzergâhlarının birçoğu tuz –ipek değil– yollarıydı. Orta Çağ’daki Venedik, Akdeniz tuz ticaretini elinde tutması sayesinde güçlenmişti; New York’un Erie Kanalı, büyük ölçüde, Syracuse’daki tuz işletmelerinden Amerika’nın kuzeydoğusuna tuz sağlamak üzere inşa edilmişti.

Çoğunlukla tuzu severiz. Dilimizin tat alma bölümlerinin dörtte biri tuzlu şeylere ayrılmıştır. Yemeklere tuz serpilmesi tatsız yemeklere lezzet verir ve diğer baharatların tadını artırır. Pliny the Elder’e göre tuz, zehirli şeylerin panzehiriydi – günümüzde kullanılan “bir parça tuzla birlikte yemek” ifadesi, bir parça tuzun zehirli besinleri yenilebilir kıldığı yönündeki eski bir inanca işaret etmektedir, ama tabii ki bu doğru değildir. Çağdaş tıbbi tahminlere göre bu bir parça, bizim almamız gereken tuzun yaklaşık olarak tamamıdır. Avrupa Komisyonu Bilimsel Gıda Komitesi ve ABD Ulusal Araştırma Konseyi’ne göre, günümüzde tuz tüketimi, son derece yüksektir. Sıradan bir Amerikalı günde yaklaşık 6 gram, İngiliz ise 8 ila 10 gram (Bunun yaklaşık yüzde yirmisi, sözde “ihtiyari alınan tuz”dur – bunu kendimiz alırız; geri kalan yüzde seksenlik bölüm ise ya besinin doğal bileşenidir ya da yemek pişirilirken veya hazırlanırken eklenen tuzdur) arasında tuz tüketmektedir. Tuz kelimesi, Roma sağlık tanrısı Salus’tan geliyor olsa da, yüksek oranda tuz tüketimi hipertansiyon, mide kanseri ve osteoporoz gibi hastalıkları ilerleterek veya şiddetlendirerek, ortalama bir vücuda yıkıcı hasarlar verebilir. Doktorlar,

* *Salary* kelimesi, İngilizcede maaş anlamındadır. (Çev.)

yetişkinlere çok fazla tuz tüketmemeleri uyarısında bulunuyorlar. Günde 0.07 ila 0.5 gram tuz (bir avuç dolusu patates kızartmasındaki kadar) alımıyla, gerekli sodyum düzeyleri iyi biçimde korunabilir.

Deniz suyu içerek yaşamımızı sürdüremeyecek olmamızın nedeni tuzdur. Böbreklerimiz, sürekli bir sodyum klorür tüketimiyle baş edecek şekilde tasarlanmamıştır. Buradaki hayati işlem, suyun yarı geçirgen zarların üzerindeki hareketini belirten geçişim –Yunanca “itmek” anlamındadır– işlemidir. Geçişim, barmenlerin neden müşterilerine cömertçe çubuk kraker ve yerfıstığı verdiklerini açıklar: Tuz, müşterileri susatır. Susamak, suyun dengeyi kurmaya yönelik umutsuz bir girişimi olarak, düşük eriyik konsantrasyonlarından yüksek konsantrasyonlu bölgelere doğru hareketiyle, hücresel düzeyde başlar. Çubuk krakerlerin tüketilmesiyle birlikte başlayan tuz akını, vücudun hücrelerinde hızlı su kaybıyla sonuçlanır; hücresel su tüketimi, sıvı takviyesi gerektirir, böylece barmenden bir bira daha istenir.

Aşırı tuz tüketimi toksinleri, atık ürünleri ve istenmeyen diğer şeyleri kandan süzmek ve bunları idrar yoluyla vücuttan atmak için çalışan böbrekler üzerinde çok zararlı sonuçlara yol açabilir. Bu tür ozmotik bir basıncın altındaki böbrekler, tuz yoğunlaşmalarını dengelemek için vücuttan çok büyük miktarda su atmak zorunda kalır. Sonunda –tam olarak suyunu çeken– böbrek hücreleri, küçülür ve büzülür; böylece böbrekler işlevlerini yitirirler. Bu tehditle her gün uğraşmak zorunda olan deniz bitkileri ve hayvanları, tuzun baskılarına karşı mücadele etmek için bir dizi fizyolojik strateji geliştirmişlerdir. Örneğin köpekbalıkları, tuzu bir yerde toplayıp vücuttan atan, uzmanlaşmış rektal salgı bezlerine sahiptirler; deniz teleostlarının solungaçlarının içerisinde bünyeden tuzu atan klorür hücreleri vardır. Deniz kuşlarının –pelikanlar, martılar ve *İhtiyar Denizci*'nin katil albatrosunun– tuzu toplayıp, burun delikleri aracılığıyla vücutlarından atmaları-

nı sağlayan tuz salgı bezleri vardır; tuzlu su timsahının duygusal biçimde döktüğü sahte gözyaşlarının nedeni, aşırı tuzun vücuttan atılmasıdır. Tuzu yok eden bu tür mekanizmalar olmasaydı, deniz suyunun içinde veya üzerinde yaşayan varlıklar hayatlarını sürdüremezlerdi. Sinsi biçimde deniz çevresi ve şartlarına uyum sağlayan tatlı su balıkları su kaybindan ölürlerd. Tuzun suyu çekebilme gücü, onun koruyucu özelliklere –tuzla müdahale edilen bulaştırıcı mikroorganizmalar kururlar– ve mumyalama işleminde faydalı bir role sahip olduğunu gösterir. Eski Mısırlılar ölülelerini sonraki yaşamlarına öncelikle onları bir ay veya daha fazla süreyle, Nil kıyılarındaki birikintilerden toplanan tuzların bir karışımı olan doğal sodyum karbonat içerisinde kurutarak hazırlıyorlardı.

Kapalı denizler ‘özellikle çok az miktarda tatlı su girişine sahip olanlar’ genellikle açık okyanuslardan tuzludur. Okyanusun ortalama tuzluluğu binde 35 iken, tuzlu Akdeniz binde 38, Kızıldeniz ise binde 42 oranları etrafında dolaşır. En tuzlu su kütleleri ise tuz gölleridir. Deniz seviyesinin 400 metre altında yer alan Lut Gölü yeryüzündeki en alçak su kütesidir. Ayrıca, açık denizden yaklaşık on kat fazla tuzluluk oranıyla, en tuzlu su kütlesi özelliğine de sahiptir. Burada tuz yoğunluğu o kadar yüksek noktadadır ki, içerisinde herhangi bir canlı yaşayamaz; bu yüzden Lut Gölü iç karartıcı, fakat tanımlayıcı bir isimdir. Bol miktarda mikroskobik tuzlu su karidesini barındıran Utah’daki Büyük Tuz Gölü, çok sayıda karides pembesi flamingoya ev sahipliği yapan Tanzania’nın Natron Gölü gibi, okyanustan yaklaşık beş kat fazla tuzludur. Öte yandan, okyanuslardaki tuz, yağmurlar ve nehirler yoluyla karışan tatlı sularla seyrelebilir. Hint Okyanusu’ndaki tuzluluk, musonun şiddetli yağışıyla birlikte, belirli dönemlerde azalır; büyük nehir çıkış noktalarına sahip denizler ve kıyılar da sürekli olarak düşük tuz oranlarına sahiptirler. Örneğin nehirlerle beslenen Karadeniz, ortalama binde 16, Baltık Denizi ise binde 10 tuzluluk oranına sahiptir. Eldeki verilere bakılacak olursa, bu

tür denizler aslında hiç de tuzlu değil, acıdırlar – denizbilimciler, tuzluluk oranları binde 0.5 ila 17 arasında olan sular için bu ifadeyi kullanırlar.

Tatlı su bile tamamen tuzsuz değildir. “Tatlı” su en az binde 0.5’in altında oranda tuz yoğunluğuna sahiptir. Bu tuz –öncelikle hava olaylarının sonucudur, çünkü yağmur suyu kayalardaki mineralleri yavaşça eritir– deniz altındaki hidrotermal deliklerden ve yanardağlardan püskürtülen çözünmüş tuzlar gibi, sonunda okyanusa ulaşır. Bilim adamları okyanusların (ortalama) tuzluluklarının son iki milyar yıldır büyük ölçüde sabit kaldığına inanmaktadırlar. Yerkabuğundaki tuz ile okyanuslardaki tuz, düzenli bir dengeye ulaşmıştır. Deniz tabanındaki tortularda birikmiş ve çözeltiden ayrılmış olan eski tuz giderken, neredeyse aynı oranda yeni tuz gelir.

Diğer yandan tuz gölleri, gittikçe daha tuzlu hale gelmektedirler. Bu su kütleleri, kenarlarından sürekli kuruyarak yavaş yavaş yok olmaktadır. Tuz gölleri en uç noktadaki göllerdir – diğer bir deyişle, suyun yolunun sonundadırlar; onlara akarsular dökülebilir, ama onların suları dışarı çıkmaz, çünkü bu tür göllerin yüzey çıkış noktaları yoktur. Utah’daki Büyük Tuz Gölü bir zamanlar çok daha büyüktü; bu gölün günümüzdeki hâli, otuz bin yıl önce Utah, Nevada ve güney Idaho’nun 52.000 kilometrekarelik bölümünü kaplayan muazzam bir tatlı su gölünün içler acısı bir kalıntısıdır. Bugün, asıl büyüklüğünün onda biri ölçülerinde olan ve gittikçe küçülen göl, tuz içeriğini ise arttırmaktadır. İsrail ile Ürdün sınırındaki aşırı ısınmış bir havzada sıkışıp kalmış Lut Gölü, yılda yaklaşık 30 cm küçülmektedir ve çok uzun zamandan beri, suyun alabileceği azami tuz miktarına ulaşmıştır. Lut Gölü suyu, doymuş bir tuz çözeltilisidir, yani bu suda artık muhtemelen bir tutam tuz bile erimez. Tuz yoğunlaşması sürekli buharlaşmayla birlikte arttıkça, tuz kristalleşerek dibe çöker ve kıyıyı tuzlu kalın tortular kaplar. Bunun sonucunda ortaya çıkan

şey daha çok, denizin dibinde hiç durmadan dönen o sihirli de-
ğirmene benzer.

Yazar Holling C. Holling, 1940'larda, ağacı oyarak kano için-
de oturan bir Kızılderili heykeli yapan ve bunu Superior Gö-
lü'nün soğuk sularına bırakan Michigan'daki küçük bir erkek ço-
cuğunu anlatan bir kitap yazmıştı. Kanonun bir kenarına bıçakla
bir not yazılmıştı: "Beni suya bırakın. Ben, denizin kayığıyım."
Genç okuyucular, o zamandan beri, yontulmuş Kızılderili'nin hi-
kâye kitabı şeklindeki macerasını takip etmişlerdir: Büyük Göl-
ler'den geçerek aşağıdaki St. Lawrence Nehri'ne ve oradan da At-
las Okyanusu'na kadar. Gulf Stream akıntısı ve Kuzey Atlantik
Akıntısı tarafından taşınan biraz hırpalanmış, fakat pes etmemiş
küçük Kızılderili, Newfoundland kıyılarına ulaşır, bir balıkçı tek-
nesiyle yol alarak yolculuğuna Fransa sahilinde son verir.

Neyse ki okyanus suyu hareketsiz durmaz. Kızılderili'nin ka-
yığını uzun yolculuğunun ikinci yarısı boyunca taşıyan hareketli
su geçidi, Avrupa'yı sıcak tutan önemli bir akıntıdır. Akdeniz gü-
neşinin ve güvercinlerin şehri Roma, soğuk "Rüzgârlı Şehir" Chi-
cago ile; Paris, çok soğuk Quebec ile; Londra ise daha da soğuk
Newfoundland ile aynı enlem üzerindedir. Devir daim eden ok-
yanusun ısıtan korumasından mahrum bir Londralı, aynı sıcaklı-
ğı hissetmek için şemsiye, mukluk botlar, eldiven ve kayak mas-
kesi taşır.

Okyanus akıntıları, dünya haritası üzerinde çizilerek gösteril-
diklerinde, yerkürenin bütün suları görünmeyen devasa kepçeler-
le karıştırılan bir cadı kazanı gibi, kıtaların kıyılarında girdaplar
oluşturarak dönen büyük daireler şeklini alırlar. Bu devasa su dön-
gülerine –denizdeki akarsular– Yunancada halka veya daire anla-

* Ing. gyre (çev.)

mındaki *gyrus* kelimesinden türeyen kıvrım* adı verilir. Okyanus suyunun üst kısmının yaklaşık 90 metrelik bölümündeki hareketlilik, dünyanın dönüşünden alınan çok az yardımla birlikte, rüzgârlar tarafından gerçekleştirilir. Dünyanın batıdan doğuya doğru saatte 1600 kilometre hızla dönüşü, ilk kez 1835 yılında Fransız fizikçi Gustave-Gaspard de Coriolis tarafından tanımlanmış bir olgu olan Coriolis etkisi eylemsiz bir kuvvet yoluyla, rüzgârların oluşturduğu dönüşlerin akımlarını şiddetlendirir. Aslında Coriolis etkisi, dairesel hareketle ilerlemekte olan bir şeyin üzerinde düz bir hatta gitmeye çalışan hiçbir şeyin tam olarak düşünülen yere varamayacağı anlamına gelir. Örneğin, dışarıdaki tamamen hareketsiz zemin üzerindeki çıkış kapısına ulaşmak için tahta atın üzerinden dış kenara geçerek, atlıkarıncanın hareket halindeki platformunun üzerinde yürüdüğünüzü hayal edin. Kapıyla aynı hizada olabilmemiz için, yanlara doğru baş döndürücü hızla savrulurken atlıkarıncanın dönme hareketine ayak uydurmak zorunda kalırsınız. Atlıkarınca saat yönünde dönüyorsa, sabit kapıyı görüş açınızın içinde tutmak için yönünüzü sola; eğer saat yönünün tersine dönüyorsa, yönünüzü sağa çevirmeniz gerekecektir. Benzer şekilde, dünyanın yüzeyinin durmadan dönen atlıkarıncası üzerinde hareket eden nesnelere, Coriolis etkisi tarafından gittikçe dar bir hat üzerinde hareket ettirilirlere: Ekvatordan Kuzey Kutbu'na doğru kuzey yönünde ilerleyen bir akıntı, doğuya; diğer yandan, Kuzey Kutbu'nun güneyinden akan bir akıntı ise batıya yönlenecektir.

Rüzgârlar genellikle estikleri yönlerle anılırlar. Bir kuzey rüzgârı, kuzeyden eserek rüzgârgülünün güneyi göstermesine yol açar. Eğer bu rüzgâr durmadan size doğru esiyorsa, Kuzey Kutbu'na bakıyorsunuz demektir. Öte yandan, kuzeye yönelen bir akıntı güneyden doğar ve kuzeye doğru gider. Japon adalarını yalayıp geçerek Asya'nın doğu sahiline doğru kuzey yönünde hızlanan (kuzeyden gelen) Kuroşio Akıntısı, dünyanın en hızlı akıntısıdır. Saniyede bir metre hızla gider ve hareket eden her şeyden on kata kadar hızlıdır; her yıl yerlerini değiştiren ve muşon ayıla-

rı boyunca geriye doğru akan Hint Okyanusu akıntıları, en *şizofrenik* olanlardır. Dünyanın daire çizen yegâne akıntısı güney yarıküreye özgüdür: Antarktik Dolaykutupsal Akıntısı veya Batı Rüzgârları Akıntısı, kuyruğunu kovalayan kedi misali, sürekli Antarktika kıtasının etrafında döner. Dünyanın en çok bilinen okyanus akıntısı, Kuroşio'nun Atlas Okyanusu'ndaki mukabili olan, Karayipler'in küvet suyu benzeri sularında doğup geçtiği yerlere tropikal sıcaklık yayarak Kuzey Amerika'nın doğu sahiline kadar ilerleyen Gulf Stream'dir. Kuzey Carolina'dan geçerken en yüksek hızına ulaşır, böylece Carolina'nın gemi kazalarıyla ünlü Hatteras Burnu ile Korku Burnu'nun şöhretlerine katkıda bulunur; daha sonra Newfoundland kıyılarına geçerek doğuya yönelir. Burada, kış aylarında Batı Avrupa'yı kendisiyle aynı enlemdeki diğer yerlerden dokuz ila on sekiz derece daha sıcak tutan Kuzey Atlantik Akıntısı ve Kanarya Adaları ile çıkıntılı Afrika Burnu'nu geçerek güney yönüne dönen Azor veya Kanarya Akıntısı'na bölünerek, alt bölümlere ayrılır. Buradan, egemen rüzgârlar tarafından harekete geçirilip, Coriolis etkisi tarafından itildikten sonra, batıdaki Karayip Denizi'nin turkuvaz sıcaklığına doğru bir kez daha yönelerek Kuzey Ekvatorial Akıntısı'na dökülür.

Atlas Okyanusu'nun soğuk suları genelde gri veya griye çalan yeşil iken, Gulf Stream'in suları mavidir. İlk balina avı gemilerinin seyir defterlerinde Gulf Stream'in yapısı hakkında açıklamalar yer almaktadır. Bu defterlerde, yeşil suyun sıcaklığını ve gıda stoklarını tercih eden balinalara mavi sularda asla rastlanılmadığı belirtilmektedir. Çok daha önce Columbs, ondan (şiddetli ve öfkeli olarak) bahsetmişti ve 1513 yılında Porto Riko'dan kuzeye giden Ponce de Leon, bu akıntıya bir gemisini kurban etmişti ("bulutsuz bir gün olmasına rağmen, akıntı gemimizi alıp götürmüş ve gözlerden uzaklaştırmıştı").

Gulf Stream'in ilk bilimsel haritası 1769 yılında Benjamin Franklin tarafından derlenmişti ve bu, postaların dağıtımını kolaylaştırmaya yönelik bir girişimdi. O dönemde Amerikan kolonileri-

nin Postaneler Genel Müdürü olan Franklin, Falmouth'tan New York'a giden İngiliz posta paketlerinin Atlas Okyanusu'nu aşmalarının, daha güneydeki bir güzergâhı takip eden Londra-Rhode Island arasında çalışan ticaret gemilerine göre iki hafta daha uzun sürdüğü yönünde yerel işadamlarından şikâyet almıştı. Franklin, hepsi de bu sorunu yakından bilen New Englandlı gemi kaptanlarına danışmıştı. Kaptanlar, doğu yönünde yapılan yolculuklarda fazladan bir hız patlamasına yol açan hızlı bir su şeridi olan, Kuzey Atlantik'teki doğu akıntısının yapısını açıklamışlar, bunu atlatmanın en iyi yolunun batı yönünde ilerlemek olduğunu söylemişlerdi. Franklin, gemicilerin vermiş oldukları bilgilere dayanarak ayrıntılı bir "Gulf Stream Haritası" çizmişti. Boston'da istenilen şekilde oyularak hazırlanan bu harita, başında tacı ve elinde üç çatallı mızrak olan çıplak göğüslü bir Neptün portresiyle süslenmişti. Bundan faydalanmaları düşünülen kişiler, haritayı küçümsemişlerdi: İngilizler, ters huylu bir Nantucketli kaptana göre "toy Amerikan balıkçılarından akıl almaya gerek duymayacak kadar zeki insanlardı" ve zaman kaybı yüzünden gecikmelere yol açan akıntıya karşı yolculuk etmeyi sürdürdüler. Franklin, meselenin üzerinde asla fazla durmadı; haritası da daha sonra piyasadan kaldırıldı ve İngilizlerin ulaşımda mümkün olduğunca fazla vakit geçirmelerinin Amerikalıların yararına olduğu Amerikan Bağımsızlık Savaşı yılları boyunca basımı yasaklandı.

Deniz suyu yalnızca devir daim yapmaz, aynı zamanda batar. Yüzey akıntıları, okyanus suyunun üst kısmının ancak 90 metrelik bölümünü hareketlendirir; yüzeyin altındaki akıntılar ise 3 ila 5 kilometre arasındaki derinliklerde dolaşırlar. Yedi Denizleri tek bir bütün halinde birleştiren bağ, bu gizli sualtı akımıdır. Ayrıca sıcaklığın yerküre çapında tekrar tekrar dağıtılmasındaki başlıca araçtır. Su, bizleri, dünyanın kaloriferindeki sıcak su boruları olan okyanusun derin akıntıları aracılığıyla ısıtır.

Okyanuslar, kek gibi katman katmandırlar ve katmanlar arasındaki can alıcı farklılık –daha önce sözü geçen göllerde olduğu gibi– yoğunluktur. Soğuk su, sıcak sudan yoğundur; tuzlu su ise pek de o kadar tuzlu olmayan sudan yoğundur. Örneğin Atlas Okyanusu'nda kuzeye doğru ilerleyen sıcak su, daha yüksek enlemlere vardığında soğumakla kalmaz, ayrıca Kanada'dan esen sürekli rüzgârların da yardımını alan buharlaşma, tatlı suyu yüzeyden alıp götürdüğü için daha tuzlu hâle gelir. Bu soğuk, tuzlu ve tamamıyla kurşun gibi ağır karışım, Labrador'un yakınlarında bir yerde, yüzeyde duramayacak kadar ağırlaşır ve dibe çökerek Kuzey Atlantik Dip Suyu'nu oluşturur ve bununla eş zamanlı olarak da alttaki nispeten daha sıcak suyu yüzeye çıkarır.

Tuzun batması, ilk önce, 1797 yılında Woburn, Massachusettsli fizikçi Benjamin Thompson tarafından okyanusun ısınmasıyla ilgili bir mekanizma olarak önerilmişti. Thompson'un İngiliz kraliyetine duyduğu sempati nedeniyle, kışkırtıcı Bağımsızlık Bildirgesi'nin açıklandığı yıl Amerika'yı aniden terk etmek zorunda kalmıştı. Bunun ardından, Kont Rumford unvanını alacağı Bavyera bölgesine gidecek ve burada, çoğu ısının yapısına yoğunlaşan ve kendisine ün kazandıracak deneylerini yürütecekti. Rumford, aşırı tuzlu suyun kuzeyde battığını ve ardından okyanus tabanı boyunca ilerleyerek, güneye yöneldiğini açıklıyordu. Bu soğuk akıntı, daha sonra, kuzeye giden telafi edici sıcak bir akıntı tarafından dengelenir.

Bu önermenin gerçekten de doğru olduğu kanıtlanmıştır. Tuz, kutup altı Atlantik'te, özellikle de Norveç Denizi bölgesinde batar. Bu batma o kadar büyüktür ki, okyanusun kuzeyinde, güneşten % 30 daha fazla ısı artışı sağlayan olağanüstü bir ısınmayla sonuçlanır. Tuzun bu muazzam batışı –Norveç Denizi ısı pompası olarak bilinir– Kuzey Avrupa'yı, yaşayabileceği berbat kış aylarına karşı korur. Tuz ayrıca, Akdeniz'in aşırı tuzlu sularının Atlas Okyanusu'na döküldüğü Cebelitarık Boğazı'nda da batar. Akdeniz'in yüzey suyu, Herkül Sütunları'nın hemen ilerisinde, daha

az yoğun okyanus suyuyla karşılaşır ve bir deniz altı tuz şelalesi içerisinde ağır biçimde dibe çöker. Belki de en etkileyici tuz batışı, kış denizi buz oluşumunun, arkasında tuz bırakarak tatlı suyu dolaşımından çektiği Antarktika'nın Weddell Denizi'nde gerçekleşir. Bol tuzlu artıklar, bir taş gibi anında batarak dünyadaki en yoğun deniz suyu olan Antarktika Dip Suyu'nu oluşturur.

Tuzun batması, Pasifik'ten ziyade Atlas Okyanusu'na özgü bir olaydır. Atlas Okyanusu'nun iki katından daha fazla büyüklüğe (166.300.000 kilometrekare) sahip Pasifik, Atlas'ın 82.400.000 kilometrekarelik büyüklüğüne oranla daha az tuzludur çünkü orada, gelen tuzu seyreltecek daha fazla su vardır. Bugün Atlas Okyanusu'nun tuzu, Afrika Burnu'nun etrafında uzun bir dönüş yaparak Pasifik Okyanusu'na ulaşır. Bu tuz, üç ila dört milyon yıl önce alternatif bir çıkış yoluna sahipti. O zamanlar doğruca, açık deniz olan Panama kıstağından geçirdi. Kuzey ve Güney Amerika'nın tektonik yakınlaşmaları sonucunda geçit yavaşça kapandığında, 16 kilometre uzunluğundaki uzlaşmaz Panama ormanı şeridi, yerkürenin şeklini etkileyici biçimde değiştirmişti. Atlas Okyanusu'nun, alışılmış çıkış noktasınca engellenmiş olan suyu, Meksika Körfezi'nin etrafında umutsuzca dönerek kuzeye yöneliyor, böylece Gulf Stream'e giden Karayip Akıntısı'na katılıyordu. Bu zenginleştirilmiş sıcak akıntı, alışılmadık biçimde, uzak kuzeye, dağ gibi kar ve buz yağışları oluşturacak kadar nem taşıyarak son Buzul Çağı'na hız kazandırmış olabilir. Sonunda Amerika'nın güneybatısına yerleşip, Güney Amerika sularında yaşayan armadilloların geçtikleri yolu sağlamıştı ve Christopher Columbus'un Çin'e ulaşmasına engel olmuştu.

Tuz batmaları, ciddiyle ele alınmalıdır. 1961 yılında deniz-bilimci Henry Stommel –yalnızca üç yıl önce yerkürenin okyanuslarının derin su dolaşımının ilk haritasını yayınlamıştı– devasa tatlı su yığınlarının, tuz batmalarını öldürücü biçimde altüst edebileceğini belirtiyordu. Ansızın Kuzey Atlantik'e karışan tatlı su; tuz yoğunluğunu hiçbir şeyin batmayacağı noktaya indirerek,

devir daim yapan deniz suyunu seyreltebilir. Bu denli feci bir senaryo, küresel ısınmanın sonucu olabilir. Grönland'ın ısınan buzullarından eriyerek Kuzey Atlantik'e dökülen tatlı su taşkınları, diğer şeylerin yanı sıra, ılıman kuşakları ılık tutan büyük küresel taşıyıcı şeridi altüst edebilir. Bugün okyanuslarla ilgilenen bilim adamları, sürekli değişen iklimden bahsetmektedirler. Bu durumda küresel ısınma, beraberindeki buz erimesiyle, okyanus ısı transferinde aksamaya yol açarak bizleri aniden yeni bir Buzul Çağı'na sokabilir. Dünyanın suyu bizleri sıcak tutar. Ne var ki aynı suyun, bizleri dondurarak öldürmesi de mümkündür.

“Yağmur lütuftur,” diyordu John Updike, 1989 yılında çıkardığı biyografisinde. Yağmur, susamış yeryüzünün gıdasıdır. “Nisan sağanakları mayıs çiçeklerini açtırır” söylemi, “ne tatlıdır şu gümüşi nisan sağanakları/ Açtırlar baharlarda mayıs çiçeklerini,” şeklinde ifade edildiği 1560 yılına kadar uzanmaktadır. *Book of Common Prayers*, yağmura şükranlarını sunar ve “yağmur kadar doğru” ifadesi, 1894'ten beri kesinlikle mükemmel anlamlar ifade etmiştir. İyi olan her şeyin, genellikle yağmur gibi yağdığı (cennetten gelen merhamet, lütuflar, paralar) söylenir. *Windsor'un Şen Kadınları*'ndaki Sir John Falstaff, “Gökyüzünden patates yağsın!” diye bağırduğunda, Shakespeare'in yaşadığı dönemde afrodizyak olduklarına inanılan tatlı patateslerin yağmasını umut ediyordu.

Yağmur, suyun ortanca çocuğudur. Dünyanın yüzeyinden buharlaşarak atmosferde biriken ve yalnızca yeniden buharlaşmak üzere yağmur (dolu, sulusepken veya kar) olarak yağan suyun yeniden sonsuz küresel dönüşümünün orta basamağını oluşturur. Gezegenimizin yüzeyinden, 875 kilometreküp karesi okyanuslardan ve geri kalanı da iç kısımdaki sulardan –göller, nehirler, dereler, göletler, birikintiler ve arka bahçedeki yüzme ha-

vuzları– olmak üzere, günde yaklaşık 1040 kilometreküp su buharlaşır. Ayrıca bitkilerden nem olarak çıkan su miktarı da oldukça büyüktür. Örneğin bir mısır tarlası, her gün 11.400 ila 15.000 litre; tek bir meşe ağacı ise 750 ila 1100 litre su buharlaştırır. Dünyanın suyu tutumlu ve sürekli biçimde tekrar kullanması, başınıza düşen her bir yağmur damlasındaki su moleküllerinin uzun zamandır etrafınızda olduğunu temin eder. Bu yağmur damlalarının uzak geçmişte dinozorların, mastodonların ve neanderthallerin üzerlerine defalarca düşmüş olduğu ve bizlerin çoktan ölmüş olacağımız aynı derecede uzak gelecekte de yağmaya devam edeceği olasılığı vardır. Yaygın kanı, dünyanın suyunun aslında kapalı bir sistem olduğunu varsayar. Bir diğer deyişle, başlangıçtaki her bir su damlasının neredeyse tamamı durmaktadır ve bunları asla kullanıp bitirmiyoruz.

Yine de su döngüsü düşüncesi oldukça yenidir. Platon, bütün yüzey sularının denizin altındaki mağaralardan geldiğini, okyanus sularının da geçerken tuzlarından arınarak, buralardan yukarı doğru süzülmesini iddia ediyordu; ve bu inanç veya bu inancın değişik biçimleri, sonraki 2000 yıl boyunca varlığını sürdürecekti. Leonardo da Vinci, 15. yüzyılın sonunda bu soruna el atarak, defterlerine aldığı notlarda suyun dünyanın ortasındaki gizemli bir delikten fokurdamaktan ziyade, denizler ile akarsular arasında durmadan dolaştığını ileri sürüyordu. Vinci'nin savı tuhaf bulundu ve büyük ölçüde önemsenmedi; önünde çok sayıda başka projeler olan Leonardo ise bunu sürdürmeyi ihmal etti. Hidrolojik döngünün bugün bildiğimiz tanımını yapmak böylece aşırı gösterişli 16. yüzyıl İtalyan matematikçisi Girolamo (Hieronimus, Geronimo ve Jerome olarak da bilinir) Cardano'ya kalmıştı. Son derece zeki olan, fakat dengesiz bir kişiliğe sahip Cardano'nun bilimsel çalışmaları, hapisanede geçirdiği dönemler nedeniyle bazen aksamalara uğruyordu. (Sürekli olarak kumar borçlarını ödememek ve dine saygısızlıkla suçlanıyordu; bir keresinde, Hz. İsa'nın yıldız falına baktığı için hapis yatmıştı.)

Cardano, hapisnede geçirdiği dönemlerin arasında, olasılık matematiği kuramı üzerine yeni ufuklar açan bir tez yazmış, şifreli kilit ile kardan mafsallını icat etmiş, İskoçya başpiskoposunun astım rahatsızlığını iyileştirmiş ve kübik denklemler çözümünü geliştirmişti (veya çalmıştı). Ancak ister kendisi geliştirmiş ister çalmış olsun, bu son derece önemli teknik, bugüne kadar “Cardano Kuralı” olarak bilinmektedir. 1550 yılında yayınlanan su döngüsü hipotezi, görünüşe göre büyük ölçüde orijinaldi ve bütün önemli noktalara dokunuyordu. Cardano’ya göre su denizlerden buharlaşıyor, atmosferde bulut şeklinde birikiyor, yağmur olarak yeryüzüne düşüyor ve daha sonra da bütün süreci en baştan tekrarlamak üzere akarsular tarafından denizlere götürülüyordu.

Sürecin kabul edilmesinde sorun yaratan nokta, yağmurun varsayılan yetersizliğiydi. Eleştirmenler –kesinlikle– göller, dereler ve nehirlerdeki suların tümünü izah edebilecek kadar yağmur olmadığını iddia ediyorlardı. Ne var ki daha sonra yapılan hesaplamalar, aslında kesinlikle yeterli miktarda su olduğunu gösteriyordu: 17. yüzyılın ortalarında Fransız bilim adamları Pierre Perrault ve Edme Mariotte tarafından başlatılan çalışmalar, Seine Nehri’nin drenaj havzasına dökülen yağmur miktarının, nehrin Manş Denizi’ne akıttığı su miktarına çok yakın olduğunu gösteriyordu. Arap (kâfir) rakamları, güneş merkezli güneş sistemi ve evrim kuramını reddetmiş olan kilise, hidrolojik döngüyü Hıristiyan öğretisine büyük ölçüde uygun bulmuş ve bu kavramı ilahî düzenin bir örneği olarak güzel bir şekilde günlük yaşama sokmuştu.

“İnsanoğlu,” diye yazmıştı ismi bilinmeyen, fakat zeki biri, “artistik gösterişleri, gelişmişliği ve sayısız başarılarına rağmen, varlığını yeryüzünün üzerindeki on beş santimetrelilik bir tabakaya ve bunun yağması gerçeğine borçludur.” Yağmurla ilgili söy-

lemlerin çoğu kızgınlık ve şiddetle doludur. Henry Wadsworth Longfellow, 1842 yılında yazdığı “*The Rainy Day*”de, “Her yaşama bir miktar da olsa yağmur düşmelidir,” diyordu. “Hiç damlamaz, şakır şakır yağar” ifadesi ise sorunların toptan geldiğini anlatır. Günümüz müzisyenlerinin çoğu –arada istisnalar olsa da– yağmuru genel hüznün mecazi anlatımı olarak görür. Örneğin Gene Kelly’nin “*Singing in the Rain*” adlı müzikali oldukça neşelidir ve *country* şarkıcısı Eddie Rabbit, yağmurlu geceleri çok sever. Diğerlerimiz ise genellikle ondan sadece kurtulmayı isteriz. “Ey yağmur, uzaklaş/Başka bir gün yine yaklaş,” eski nesillerde söylenen bir mânidir. İspanyol donanmasına hâlâ öfke duyan 17. yüzyıl İngilizleri, bunu “Ey yağmur, İspanya’ya git”^{*} şeklinde biliyorlardı.

Ben yağmuru çok severim. Yağmurlu zamanlar, dışarı çıkıp çaba gerektiren faydalı bir şeyler yapma zorunluluğu olmaksızın –sonuçta yağmur yağıyordur– elinizde kitabınızla karnepede uzanabilirsiniz; yağmurlu hava huzur vericidir. Öte yandan, çok fazla yağmur, zihin sağlığına zarar verebilir. Gri bulutlarla kaplı peş peşe gelen karanlık günler, bünyeleri dayanıksız kişileri, çoğunlukla “kış hüznü” olarak bilinen bir sendrom olan mevsime bağlı duygusal rahatsızlığa (SAD) sokabilir. Müzmin düşük ışık seviyelerine verilen hormonal bir tepkinin yol açtığına inanılan belirtilerin arasında uyuşukluk, bitkinlik, moral bozukluğu, uykusuzluk, cinsel isteksizlik, iştah kaybı veya çok daha şanssız olanlarda ise doymak bilmez karbonhidrat isteği vardır. Nüfusun yaklaşık % 20’si, en çok aralık, ocak ve şubat aylarının karanlık soğuk günlerinde bu rahatsızlığı yaşamaktadır. Bunun için önerilen tedavi, güneşli Bermuda’da uzun bir tatilde olduğu gibi, parlak ışıktır.

İnsanlar, uyuşukluk ve kederli ruh hâlleri tehlikelerine rağmen yağmurun kesilmesinden ziyade, yağmasını sağlamak için

* Ing. Raine, raine, goe to Spaine. (Çev.)

çaba harcamışlardır. Çiftçiler ve tarım toplumları için yağmur, bir ölüm kalım meselesidir. Eski Ahit'teki aşiretler (keçi yetiştirmeye çalışan çöl insanları), yağmuru ilahî bir lütuf olarak görüyorlardı. Bu duruma göre kuraklık; dua, kurban ve gelecekte iyi hareket edileceği sözünün verilmesi yoluyla üstesinden gelinecek ilahî bir memnuniyetsizlik, sinir veya en iyi olasılıkla ihmalin işaretiydi. Dünyanın dört bir yanındaki kültürler, yağmur çağırma ile ilgili ayinler düzenlemişlerdir. Yeryüzündeki en kurak bölgelerden birinde yaşayan Şili'nin Diaguita halkı, daha sonra çakıl taşlarıyla doldurulan kurutulmuş kaktüs gövdelerinden yağmur çubukları yapmışlardı. Çubuklar baş aşağı çevrildiğinde çakıl taşlarının çıktığı tıkrıtılar sağanak yağmura benzer bir ses çıkarıyor ve böylece yağmur perilerinin dikkatlerini çekerek, onlara yağmur yağdırmalarını hatırlatıyordu. Amerika'nın kurak güneybatı bölgesinde yaşayan Kızılderili kabileleri ve Avustralya'nın yerli halkı, gösterişli yağmur dansları yapıyorlardı. Kızılderililer daha da ileri gidip, elleriyle çingiraklı yılan tutuyorlardı. Avrupa'daki yağmur büyülerinin arasında, taşlara su serpilmesinden kurbağaların öldürülmelerine ve bir azizin, köyün rahibinin veya doğaüstü birinin resminin üzerine kovalarca su dökülmesine kadar birçok şey vardı. Kilisenin onayladığı yağmur törenleri ise çoğunlukla dualardan ibaretti. Ne var ki, geleneksel yöntemler başarısız olduğunda, hayal kırıklığına uğrayan topluluklar isyan ediyorlardı. Frazer'in *Altın Dal* adlı kitabı, 1893 yılında İtalya'da yaşanan bir kuraklığı ve Tanrı tarafından önemsenmeyen öfkeli köylülerin azizlerin heykellerini yerle bir etmelerini, kutsal resimleri göletlere atmalarını ve Baş Melek Mikail'in altın kanatlarını koparmalarını anlatıyordu. Yağmurun yağmasını umut eden Çinli köylüler, yağmur tanrısını temsil edecek devasa kâğıt ejderhalar inşa ediyor ve bunları törenler eşliğinde sokaklarda gezdiriyorlardı; tüm bunlardan sonra yağmur yağmadığı takdirde, ejderhaya bağırıyor, üzerine tükürülüyor, hayvan tekmedeniyor ve parçalara ayrılıyordu.

Bugün yağmur yağdırma teknikleri, çoğunlukla, uçaklardan tuz serpilmesini içerir. Bu, atmosferdeki su moleküllerini çekip, yağmur damlalarının oluşumlarını sağlayarak yoğunlaşma çekirdekleri görevi gören dağınık parçacıklarla bulutları “döller”. Modern yağmur yağdırma araştırması, 19. yüzyılın ortalarına uzanmaktadır, ancak 1. yüzyılda Plutark, *Lives* adlı eserinde, sıra dışı yağmurların genellikle büyük savaşlardan sonra meydana geldiğini ileri sürüyordu. 1860’lı yıllardaki gözlemciler, sağanak yağışların iç savaş top bombardımanlarının ardından sıkça gerçekleştiğini iddia ediyorlardı. Varılan sonuç, patlayıcıların yağmura yol açtığıydı. Daha sonraki yıllar, üst atmosferde top, roket, dinamit ve patlayıcı balonlar patlatan ağır silahlarla donanmış çok sayıda yağmur yağdırıcıya tanıklık etmişti. Sonuçlar vasatın altında olduysa da, insanlar bunları uygulamaya umutla devam edeceklerdi. 1894 yılında büyük bir kuraklık yaşamakta olan Nebraskalılar, Yağmur Tanrısı Birliği’ni oluşturmuşlar ve eyaletin yarısının üzerinde barut patlatmışlardı; kuzeydoğu inatla kuru kalmıştı, fakat güneybatı (daha kaliteli baruta sahip olduğu söylenir) az da olsa yağmur almıştı.

20. yüzyılın başlarındaki en ünlü yağmur yağdırıcılarından biri de şüphesiz Charles Hatfield’di. Çoğunlukla Yağmurcu olarak bilinse de, kendisini mütevazı biçimde yalnızca Nem Hızlandırıcı olarak nitelendiriyordu. Hatfield 1875 yılında Kansas’da doğmuş ve yağmur yağdırma kariyerine, patlayıcılar yerine kuleler üzerinden döktüğü “gizli kimyasallar” ile dolu kaynar fiçiler kullanarak 1905 yılında başlamıştı. Başlangıçta çok etkileyici başarılar elde etmiş ve böylece, onun bir düzenbaz olduğunu duyan ABD Meteoroloji Dairesi’nin itirazlarına karşın, ünü ülkenin dört bir yanına yayılmıştı. Bu itirazlara pek az kişi kulak asmıştı; sonuçta yağmur yağmurdu. Hatfield ve onun kimyasal kapları, pek çok kere, yağmurdan önce ve yağmur esnasında kesinlikle yağmurun yağdığı yerde olmuşlardı. 1915 yılının Aralık ayında,

San Diego'nun çaresiz vatandaşları, şehrin neredeyse tamamen boşalmış baraj gölünü doldurması için, ortalama yıllık maaşın 750 dolar olduğu bir dönemde astronomik bir rakam olan 10.000 dolar ücret karşılığında Hatfield'ı kiralamıştı. Hatfield, kulelerini ve kaplarını ocak ayında kurdu; sonuç tam da "Sihirbazın Çırağı"na layıktı. Yağmur, bir hafta boyunca şiddetli biçimde yağarak önce Balboa Parkı'ndaki Panama-Kaliforniya Fuarı'nın kapanmasına yol açmış, ardından da demiryollarını suya gömmüş (yolcular ancak kızaklarla kurtarılmıştı), çayırları ve tarım arazilerini sular altında bırakmış, köprüleri ve evleri yıkmış, sonunda da San Diego'nun içme suyu barajını yıkmıştı. San Diego halkı, hasarlarından ötürü Hatfield'a dava açmış (çok kısa sürede aşırı yağmur yağdığını iddia ederek); Hatfield da parasını alamadığı için kent halkını mahkemeye vermişti (şehrin gerekli önlemleri almamış olmasının onun suçu olmadığını iddia ediyordu). Sonuçta kimse kimseye bir şey ödemedi. Mahkemeler bu tufanı Tanrı'nın bir işi olarak değerlendirdiler; Hatfield da yağmur yağdırma işini bırakıp Glendale'e yerleşti ve dikiş makinesi satıcısı oldu. Gizli yağmur yağdırma formülü 1958 yılında onunla birlikte öldü.

Hatfield'ın başından geçenlerin gösterdiği gibi, iyi bir şeyin aşırısı ille de harika değildir. Eski Ahit'e göre, kırk gün kırk gece sürecek bir yağmur, Nuh Peygamber, ailesi ve her iki cinsten birer hayvanla dolu gemisi dışındaki her şeyi sular altında bırakarak dünyayı suya gömmeye yeterliydi. Sel efsaneleri, Çin'den Brezilya'ya kadar dünyanın her yerindeki mitolojilerde yer almaktadır. Mezopotamya'nın 3000 yıllık *Gilgamiş Destanı*'nda Kral Utnapiştım, tanrı Ea tarafından büyük bir tufan olacağı yönünde uyarılır. Ea, Kral'a, üzerine ailesini, hizmetlilerini ve hayvanlarını yükleyeceği küp şeklinde yedi katlı bir gemi inşa etmesini emreder. Tüm bunlar gemiye biner binmez, tanrılar yedi gün yedi gece boyunca sürecek şiddetli bir yağmur gönderirler. Yağmur, yalnızca bir dağın suyun üzerinde belirip

kaybolan uzaktaki zirvesi dışında, dünyayı sular altında bırakır.

Nuh ve Utnapiştim tufanları, meteoroloji uzmanlarının ifadesiyle “alışılmış sellerdir”, yani göllerin ve akarsuların yataklarından taşmalarına yol açan, günlerce süren şiddetli yağmurlar veya eriyen karlarca meydana getirilen sellerdir. Bu tür seller kolaylıkla tahmin edilebilir. Gözlemciler, yağmurun miktarına bakarak derelerin ne kadar ve ne zaman yükseleceği konusunda genellikle iyi tahminlerde bulunabilirler. Eski Mısır uygarlığının, varlığını sürdürmek için ihtiyaç duyduğu Nil Nehri'nin yıllık taşkını, duruma göre ağustos ayında da gerçekleşebilirdi. Bu mevsimlik selleri aslında Uganda ve Etiyopya dağlarından gelen sular oluştursa da, bu olay genellikle firavunun gücüne yoruluyordu.

Sellerin çoğu yıkıcıdır ve pek hoş karşılanmaz. 1993 yılında gerçekleşen Büyük Mississippi Seli, Massachusetts'in iki katı büyüklüğünde bir alanı kaplayarak elli altı kasabayı sular altında bırakmış ve 15 milyar doların üzerinde mal ve mahsul kaybına yol açmıştı. Çin'in Huang He (Sarı) ve Yangtze nehirlerinin belirli dönemlerde taşmaları –şiddetli yağışlar ile Himalayalar'dan eriyen karların oluşturduğu bileşim nedeniyle– her zaman için yıkıcı etkiye sahip olmuştur. Sarı Nehir, 1887 yılında kırsal bölgenin 130.000 kilometrekarelik kısmını sular altında bırakarak yaklaşık altı milyon insanın boğularak ölmesine yol açmıştı; 1931 yılında Çin'in orta bölgelerinde gerçekleşen sel, 140.000 kişinin sular altında kalıp ölmesine yol açmış ve 180.000 kilometrekarelik bir alanı –New York, New Jersey ve Connecticut'un toplam büyüklüğüne eşittir– sular altında bırakmıştı. Selleri önlemek için yüzyıllar boyunca bir dizi karmaşık su setleri, su kanalları ve arklar inşa edilmişti; 1778 yılında –son çare olarak– İmparator Qianlong, Yangtze Nehri'ne doğal büyüklükteki dokuz tane demir öküzü atarak yükselen suyu dizginlemeyi denemişti. Ne var ki bugüne kadar insanoglunun hiçbir denemesi, Çin'in nehirlerini yatıştır-

mayı başaramamıştır. 1994 yılında, hâlâ kararlı olan Çin Halk Cumhuriyeti, dünyadaki en büyük su kontrol projesini başlattı: Yangtze üzerindeki Üç Oluk Barajı. Baraj, planlandığı şekliyle insanı hayrete düşüren büyüklükte bir yapıdır. 180 metre yüksekliğinde ve 1.6 kilometre uzunluğundaki –Colorado Nehri'nin büyük Hoover Barajı'ndan beş kat uzundur– bu yapı, 26 milyon ton beton ve çeyrek milyon ton çelik içermektedir. Hâlâ mağlup edilememiş şampiyon olan nehir, 1.800.000 kilometrekarelik bir alanda akmaktadır ve Tibet Platosu'ndan Doğu Çin Denizi'ne kadar uzanan 6264 kilometrelik uzunluğa sahiptir.

Yakın zamanda elde edilen arkeolojik kanıtlara göre Nuh Tufanı, daha önce düşünüldüğü gibi pek de alışılmış türden bir tufan olmayabilir. Aslında, Akdeniz ile Karadeniz'in birleşme noktasındaki doğal barajın birdenbire yıkılması sonucu ani bir sel olarak gerçekleşmiş olabilir. 2000 yılında, batık *Titanic* ve *Bismarck* gemilerini gün ışığına çıkarmasıyla ünlü Robert Ballard, Türk kıyılarının 20 kilometre açığında, Karadeniz'in yüzeyinin 90 metre altında, Taş Devri'ne ait bir yerleşim biriminin kalıntılarını buldu. Bu buluş Walten Pitman ile William Ryan'ın büyük tufanın eriyen buzul suları ile Akdeniz'in kendisini Karadeniz'den -o zamanlar, arkeologlar tarafından Exugine Gölü olarak bilinen küçük, tatlı bir su kütesiydi- ayıran dar engeli yıkıp geçmesiyle 7000 yıl önce gerçekleştiğini ileri süren varsayımlarını kuvvetlendirmektedir.

Kırılma, Boğaziçi havzasını oyarak, Niagara'dan kat kat büyük muazzam bir şelale oluşturmuş, *Euxine* Gölü'nün sınırlarını günde yaklaşık 1.6 kilometre genişletmiş ve onu tuzla doldurarak Karadeniz'i meydana getirmişti. Bu afet hakkında nesilden nesle aktarılan hikâyeler yavaş yavaş tufan mitolojisine, kültürlerarası korkunç bir felaket öyküsüne, bilinen dünyanın dehşet verici bir su seliyle son bulduğu zamanın, hâlâ yaşayan bir anısına dönüşmüştür.

Nehirler bilirim; dünya kadar yaşlı ve insanın damarlarındaki kanın akışından daha eski olan nehirler bilirim. Ruhum, nehirler gibi derindir.

Langston Hughes

İlk medeniyetlerinin hepsi, nehir kıyılarında doğmuştur. Nehirler arasındaki bölge olan Mezopotamya, Dicle ile Fırat nehirlerinin sularının yanında; Mısır Nil'in kıyılarında; Çin, Yangtze ve Huang He boylarında; Harrapan kültürü ise Hindistan ve Pakistan'daki Indus'un kıyısında doğmuştu. Farsça su anlamındaki *ab* kelimesi, *abode** kelimesinin köküdür. Aradaki bağlantı aşikârdır. Evler, çok eski zamanlardan beri suyun olduğu yerlere kurulmuştur.

Nehirler sınırları oluştururlar. Akan su, kâh bir kabileyi diğerinden, kâh Fransa'yı Almanya'dan, ABD'yi Meksika'dan, Boliviya'yı Meksika'dan ayırarak sınırlarımızı çizer. Nehir ayrıca, yaşamda belirli evrelere geçişimizi ifade eder. Çocukluktan yetişkinliğe veya yaşamdan ölüme geçerken mecazi olarak nehirleri geçersiz. Yunan mitolojisinde ruhlar Ölüler Diyarı'na, anlatılana göre atların toynakları dışında içine atılan her şeyi eriten Stiks Nehri'ni geçerek girerlerdi; Hıristiyanlar ise cennete Ürdün Nehri'nin aşılarak gidildiğini söylerler. Sınır aynı zamanda bir engel de olabilir; teknelerin veya köprülerin yokluğunda bir nehir geçit vermeyebilir. Bazen hiçbir şekilde geçilemezler. Bazı kültürlerde kötü ruhlar ile cadıların akan sudan geçemedikleri anlatılır. Tıpkı Robert Burns'ün *Tam O'Shanter* adlı şiirinde, Tam'ın köprüden hızla geçerek, kendisini takip eden şeytani varlıklardan son anda kaçıp kurtulması gibi.

* İng. Mesken. (Çev.)

Asla dönmemek üzere yanımızdan hızla kayıp giden su, güçlü bir zaman imgesidir. “Zaman, bir tür kısa süren olaylar nehridir, güçlü olan ise onun akıntısıdır; bir şey görüş alanı içerisine getirilir getirilmez nehre kapılıp gider ve onun yerini bir başkası alır ki bu da alınıp götürülecektir,” diye yazmıştı Marcus Aurelius, *Meditations* adlı kitabında; Thoreau ise zamandan, balık tutmaya gittiği dere olarak bahseder. Nehirler hayal gücünün mıknaatlarıdır, diyor Tim Palmer. Nehirler ayrıca levrekler ile alabalıkları barındıran, deltaları meydana getiren ve kanyonları oyan varlıklardır. Nehirler dünyanın mavi atardamarları, dünyayı bir arada tutan tellerdir, diyor Barry Lopez. Büyük bir görkemle akan nehirlerin kendi yaşamları vardır. Kenneth Grahame, *Söğütlükte Rüzgâr*’da bu yaşamı şöyle anlatıyor: “Sallanma ve titreme, parıltılar ve pırıltılar, hışırtı ve dönüş, çatırtı ve fokurtudan ibaret parlak, kıvrımlı ve kuvvetli bir hayvan.” Nehir, T.S. Eliot’un kahverengi, kuvvetli tanrısıdır.

Yunan mitolojisinde dünyadaki akarsuların tamamı, Okeanos ile karısı Tetis’in çocuklarıdır; Çin mitolojisinde ise tanrı P’an Ku’nun kanı ve gözyaşlarından doğmuşlardı; Avustralya yerlilerinin efsanelerine göre akarsular, atalarından kalma Gökkuşağı Yılanı’nın idrarından geliyordu. Gerçek de neredeyse aynı ölçüde tuhaftır. Kaynaklarına bakacak olursak, akarsuların çoğunun yerdeki bir delikten kaynadıklarını görürüz. Elbette bu hepsi için geçerli değildir. Aralarında Nil, St. Lawrence ve Mississippi’nin olduğu bazıları göllerin içinde; Amazon, Ganj ve Ren nehirlerini de kapsayan diğerleri ise eriyen buzul sularından doğarlar. Ne var ki çoğu, el çabukluğunun jeolojik ustalıkları olarak, şapkadan çıkan tavşanlar gibi beklenmedik biçimde topraktan çıkar ve yeraltı suyu tarafından beslenen pınarlardan doğar.

Kaynakları ne olursa olsun akarsular, yerçekiminden güç alarak kaçınılmaz olarak yokuş aşağı akarlar. Bir Eskimo efsanesi, bunun her zaman böyle olmadığını anlatır. Efsane, dünyanın ilk dönemlerinde akarsuların aşağı olduğu kadar yokuş yukarı da çıktıklarını söylüyor. Akarsuların bu iki şeritli rahat biçimi, in-

sanlar için hayatı o kadar kolaylaştırmış ki, dünyanın cimri yaratıcısı Kuzgun, onları ortadan kaldırmaya karar vermiş. Bu yüzden günümüzde ellerinde kürek olmadan bir derenin üst kısmında duran kişilerin kendilerini aşağıya giden akıntıya bırakmaktan başka seçenekleri yoktur.

Bu akıntının gücü, aralarında akarsu yatağının eğimi, akarsudaki suyun hacmi ve suyun sıcaklığının da olduğu birkaç etkene bağlıdır. Yokuşun eğimi ne kadar dik olursa, akarsu da o kadar hızlı akar. Kısacası, her akarsu akıntısının ardında bir yerde bir dağ, yokuş veya eğim vardır; akarsular bir yönde akarlar, çünkü aşağı inen su tarafından, belirli bir uzaklıktan ittirilirler.

Genelde bir akarsudaki suyun miktarı arttıkça, su daha hızlı akar – yani akarsu, ırmak ayakları elde ettikçe ya da yer sızıntıları veya yağmurdan su topladıkça hız da kazanır. Küçük akarsular, saatte ortalama 5 km hızla ilerler, büyük akarsular ise yaklaşık iki kat hızlıdır. Herhangi bir akarsuyun en derindeki suyu, en hızlı ilerleyendir. Bu, genellikle nehir yatağının –kıyılardaki akıntıyı yavaşlatan– sürtünme etkisinin en az olduğu tam ortasındaki sudur. Bunun yanı sıra, en yüksek hıza ulaşılması için, akarsuyun sıcak olması gerekir. Sıcak su, soğuk sudan daha akışkandır. Sıcaklık arttıkça, su moleküllerinin aralarındaki hidrojen bağları zayıflar, su da iç yapışkanlığının bir kısmını kaybederek aslında daha akışkan olur. Daha sıcak sular, 4 ila 20 derece arasındaki sıcaklıklar arasındaki her bir derecede 0.5 oranında hız kazanarak, daha hızlı akarlar. Neticede, büyük ve ılık Mississippi'nin ortasında akıntı yönünde salla ilerleyen Huckleberry Finn, akarsu dünyasının en iyi suyuna sahipti.

Kuzey Amerika'nın ortasından 5936 kilometrelik bir yatakta akarak Meksika Körfezi'ne dökülen Mississippi, dünyanın en büyük nehirlerinden biridir. Uzunluk olarak Nil (6688 km) ve Amazon (6259 km) nehirlerini takip eder ve hemen ardından da Yangtze (5763 km) gelir. Avrupa'daki en uzun nehir, 3680 kilometre uzunluğundaki Volga'dır – Rus folklorunun “Volga Anası”;

ikinci en uzun nehir ise, Kara Orman'dan Karadeniz'e kadar 2720 kilometre yol alan efsanevi mavilikteki Tuna Nehri'dir. Hepimiz dünyadaki en geniş ve en büyük akarsuları öğrenmeye çalışırız, ancak üne giden yol, sırf büyüklükten geçmez. Nispeten önemsiz pek çok akarsu, kendilerine aile isimleri verilmesine neden olan tarihsel çağrışımlara sahiptir. Örneğin Sezar'ın Rubicon'u –bugün İtalya'daki Rubicon Nehri'dir– 160 kilometrenin altında bir uzunluktadır. *Britannica Ansiklopedisi*, istemeyerek de olsa, ondan “küçük akarsu” olarak bahseder. Jül Sezar'ın MÖ tam olarak 49 yılında, kendisini Roma dünyasının hâkimi yapacak iç savaşı başlatmak üzere Fransız Alpleri'nden Roma'ya gelirken aştığı nehir buydu. Uzun adımlarla suya yaklaşırken “*Alea iacta est*” –Ok yайдan çıktı– diye haykırdığı söylenir. Böylece o tarihe kadar pek tanınmayan nehri ölümsüzleştirmişti; o tarihten beri “Rubicon'u geçmek”, geri dönüşü olmayan tehlikeli bir işe atılan adım anlamına gelir.

En küçük su akıntısından kudretli Mississippi'ye kadar, akan bütün su kütleleri –OED'ye göre– akarsu olarak nitelendirilir. Akarsu kelimesi, “bir nehir, dere veya çay oluşturarak yeryüzünde bir yatak boyunca sürekli akan su akışı” şeklinde tanımlanır. OED, dereyi, “küçük akarsu veya çay” olarak tanımlar. Çok sayıda dere, çay ve ırmak kolu, tek bir nehri beslemek üzere birleşebilir. Örneğin Tuna Nehri'nin üç yüzün üzerinde ırmak ayağı vardır; bu tür birbirine bağlı akarsu kalabalıkları, nehir sistemleri olarak bilinir. Bir sistemin dereleri, çayları ve nehirleri, genellikle, kabaca etraflarındaki arazinin yönettiği yatak içerisinde birlikte akarlar. Nehir sistemlerinin çoğu ağaç şeklindedir. Birbirine geçen dalları, bir ağacın dalları gibi Y harfi biçiminde çok sayıda çatal oluştururlar. Diğerleri ise adalar ve kıyı kordonları ile ayrılmış birbirine sarılı karmaşık kanallar ağı oluşturarak örgü biçimini alırlar.

Örgülü sistemler genellikle tortu bakımından zengin nehirlerde doğarlar; bu da nehirlerin bir grup olarak tanımlayıcı bir

özelliğini gösterir: Beraberlerinde bazı maddeler taşırlar. Nehirler, su dünyasının yük hayvanlarıdır. Hepsi birlikte, yılda yaklaşık 16 milyar ton tortuyu yeniden dağıtırlar. Tortu, çamur ve yaprak parçalarından, bowling toplarından daha büyük taşlara kadar her şey olabilir. Bir nehir tarafından taşındıklarında, bu tür maddelerin kendilerine özgü isimleri vardır: Latince “yıkamak” anlamındaki *alüvyon*. Yangtze ve Huang He (Sarı) nehirleri, Çin’in orta bölgelerindeki düzlüklerden gelen limon renkli tozla –lös– o kadar yüklüdürler ki, görenler bu suları şuruba benzettirler. Kuzey Amerika’nın tortuyla dolu Mississippi Nehri, çoğunlukla “Büyük Çamurlu Su” olarak bilinir. Nehirlerin en berrakları bile bir miktar tortu taşırlar. İşte nehir kenarlarını ve diplerini sürekli kazıyarak hendekler, kanallar, küçük kanyonlar, nehir yatakları, nehir vadileri ve –beş veya altı milyon yıl içerisinde– Büyük Kanyon’u oluşturan şey, farklı kaynaklardan gelen kum taneleri, çakıl taşları ve ince dalların karışımıdır.

Nehirler tek bir yönde aksalar da, bunu pek nadiren düz bir hat üzerinde gerçekleştirirler. Nehirler kıvrımlıdırlar: Menderesler adında görünüşte amaçsız bir dizi kavisle ileri geri dönüşler yaparak, bir o yöne bir bu yöne giderler. Menderes ismi, eski dönemlerde *Maiandros* olarak bilinen, Türkiye’deki Menderes Nehri’nden gelmektedir. Bu nehir o kadar büklümlüymüş ki, tersine dönüp geri geri aktığı söyleniyordu. Dolambaçlı Menderes’in Amerika’daki bir örneği, efsanevi oduncu Paul Bunyan’ın hikâyelerinde karşımıza çıkar. Bunyan bir keresinde, kıvrılan, zikzaklar çizen ve aynı yoldan geri dönerek üzerinde yolculuk yapanların kendilerini çoğu kez ters yönde ilerlerken bulmalarına neden olan Powder Nehri –dünyadaki en huysuz ve en kötü davranılan nehir– ile kavga eder. Hayali Mavi Öküzü Babe’in yardımıyla nehri düz hâle getirir ve ardından da onu güreşmeye davet eder.

*Meander** kelimesi, insanlar için kullanıldığında boş dolağan veya amaçsızca gezinen anlamına gelir, ama nehirlerin do-

* Ing. Menderes. (Çev.)

lambaçlı deliliklerinin bir yöntemi vardır. Menderesler iş yükünden tasarruf sağlarlar; nehirlerin en az miktarda enerji harcayarak engelleri aşmalarına imkân tanırılar. Doğal engeller, bir nehrin çalışma düzenini bozabilir – örneğin iri kaya parçaları, çıkıntılar, çöküntüler ve tümsekler, akan suyun düz ve dar hattan sapmasına yol açarak, suyun düzenini bozabilirler. Bir kıvrım başladı mı, işin kalanını erozyon ve tortu birikintileri –merkezkaç kuvvetinden çok az yardım alarak– halleder. Akıntı yeni oluşan kıvrımın etrafında ilerlerken merkezkaç kuvvetince dışa doğru itilen su, dış kenarda artan bir sürtünme ve erozyonla birlikte, kıvrımın dış kenarı boyunca daha hızlı ilerler. Aynı esnada –yuvarlak bir pistte yarışan atları düşünün– kıvrımın iç kenarındaki su yavaşlar ve akış hızındaki bu azalma, akıntının tortu yükünün bir kısmını boşaltmasına yol açar. Bir taraftaki sürekli erozyon ile diğer taraftaki tortu birikintileri, kıvrımın daha da büyümesine neden olur. Menderesler, bir nehrin kıvrıla kıvrıla denize giderken sahip olduğu enerji dengesini korumaya yönelik girişimidir.

Avustralyalı yerliler ve Kuzey Amerikalı Kızılderili kabilelerine göre Samanyolu, gökyüzündeki bir nehirdir. Çin efsanesinde ona Gümüş Nehir denir: Her yıl bir kez, yaz mevsiminde olmak üzere, nehri geçip buluşmalarına izin verilen, Şilyak takımyıldızındaki Vega ve Kartal takımyıldızındaki *Eltair* yıldızları ile tasvir edilen iki sevgiliyi birbirinden ayırır. Gökyüzünde 60 derecelik etkileyici bir geniş alan üzerinde dolanan, bilinen seksen sekiz takımyıldızının en uzununu Eridanus da bir nehri simgeler. Yunanlılar buna dünyayı çevreleyen büyük nehir anlamına gelen *Ouroboros* adını vermişlerdi. Mısırlılar bunun Nil Nehri'nin; Çinliler Huang He'nin; 16. ve 17. yüzyıl gökbilimcileri ise Ürdün Nehri'nin yıldızlardan ibaret biçimi olduğunu iddia ediyorlardı. Phaethon'un, babası güneş tanrısından çaldığı iki tekerlekli savaş arabasından düştükten sonra bu nehirde boğulduğu söylenir. Eridanus, Orion takımyıldızındaki Rigel'in yakınlarında başlar ve Güney Kutbunun yakınındaki *Achenar* veya "Nehrin Sonu" adlı, oldukça belirsiz bir

yıldızda son bulur. Eridanus, bu bakımdan eşsizdir. Dünyadaki nehirler asla sona ermezler. Hepsi, gezegenin sürekli devir daim eden su döngüsünün parçaları, gökyüzü ile deniz arasındaki sıvı bağlantılardır. Yorgun nehirler, okyanusta son bulmazlar. Okyanusları, her şeye yeniden başlamak için kullanırlar.

“Su, tıpkı din ve ideoloji gibi, milyonlarca insanı harekete geçirme gücüne sahiptir. İnsanlık tarihinin en başından beri insanlar, suyun yakınlarına yerleşmek için yer değiştirmişlerdir. İnsanlar, su çok az olduğunda harekete geçerler. İnsanlar, su çok fazla olduğunda da harekete geçerler. İnsanlar, onun üzerinde yolculuklar yaparlar. Su üzerine şarkılar söyler, onun için dans ederler. Onun uğruna savaşır. Ve bütün insanlar, her yerde ve her gün, suya ihtiyaç duyarlar.” Bu sözler, Mihail Gorbaçov’a aittir; buradaki düşünceler ise evrenseldir. İnsanoğlu suya muhtaçtır.

Ayrıca suyu bol miktarda kullanırız. Bugün ABD’de günlük su tüketimi, yaklaşık 1.3 milyar litreye varmaktadır. Bu miktarın içinde evde kullanılan su miktarı 12.900 milyon litredir –genel toplamın önemsiz % 1’lik dilimidir; endüstri ise 73.000 milyon litresini (% 6) kullanır. Aslan payı ise sulama ve hidroelektrik güç üretimi alanlarına aittir – her ikisi de beşer yüz bin milyon litre olmak üzere, günlük toplam 1 milyar litre su tüketirler. Dünya çapında, insanlar tarafından kullanılan bütün suyun yaklaşık % 70’i tarım için kullanılmaktadır. Toprak, söz konusu su olduğunda, açgözlüdür. Yalnızca bir ton tahıl vermek için, 1000 ton; bir ton patates için ise 1500 ton su içer. Besin zincirinde bir adım ilerleyecek olursak, su tüketimi daha da kötü bir hâl alır: Bir ton sığır eti –bu miktar, 8000 tane hamburger yapmaya yeterlidir– için 15.000 ila 17.000 ton ve bir ton tavuk eti üretimi için 3500 ila 5700 ton su gerekir.

Gezegelimiz su bakımından zengindir, fakat daha önce bahsettiğimiz üzere, bunun çoğu tuzludur. Bir hesaplama göre, in-

sanların kullanabilecekleri mevcut tatlı su miktarı, yeryüzündeki bütün suların binde birinden daha azdır – diğer bir deyişle, dünyadaki sular, dört litrelik bir sürahiye indirgenecek olsa, kullanılabilir tatlı su miktarı ancak bir çay kaşığının yarısına denk gelir. Bugün dünyada bir milyarın üzerinde insan, temiz içme suyundan mahrumdur. Hızla artan küresel nüfusumuzun –yaklaşık 6 milyardır ve hâlâ artmaktadır– talepleri, yeraltı akiferlerindeki büyük su stoklarını bile tüketmektedir. Doğanın yerine koyduğundan daha fazlasını alıyoruz; bunun nereye varacağını size herhangi bir banka müdürü anlatabilir. Kuzey Amerika'nın Ogallala Akiferi dünyadaki en büyük akiferlerden biridir – Teksas'tan Güney Dakota'ya kadar uzanan Büyük Düzlükler'in altında 580.000 kilometrekarelik bir alanı kaplayan uçsuz bucaksız bir yeraltı gölüdür. Amerika'nın sulak tarım arazilerinin beşte birini sulamak için bu bölgeden alınan su, 25.000 yıllık fosil suyudur. Bugünkü su çekme oranı devam edecek olursa, Ogallala yüz elli yıl sonra bomboş olacaktır. Çin, Kuzey Afrika ve Arap Yarımadası, su miktarlarında sürekli bir azalma yaşamaktadır. Çin'in kuzeyindeki tarım arazilerindeki taban suyu düzeyi, yılda 1.5 metre azalmaktadır.

Susuz kalmakla ilgili benim de başımdan ufak bir olay geçti. Bahçemizdeki kuyuyu kazdırmamızdan önce suyumuz, doğal bir kaynaktan geliyordu. Buradan gelen su –19. yüzyılın düşüncesiz gayrimenkul entrikaları nedeniyle– kapı komşumuzun koruluğunun ortasındaki beton zeminli bir depoda birikiyordu. Su buradan, kızıl sincaplarla dolu çürük bir sundurmaya yerleştirilmiş bir çift su tankına pompalanıyor; ardından da yaklaşık 600 metre uzunluğundaki yüz yıllık bir tesisattan geçerek mutfağımıza, banyomuza, bahçe hortumumuza ve çamaşır makinemize ulaşıyordu. Bir yıl bu yeraltı boru tertibatının bir parçası kırıldı ve deponun içerisindeki bütün su ağaçların diplerine döküldü. Sonraki beş gün boyunca susuz kaldık; suya karşı o güne kadarki kibirli tutumumuz, “H₂O” derken geçenden daha kısa bir süre içerisinde-

de buharlaştı. Eğer suyu bir lütuf ve mucize olarak görmüyorsanız, en azından kısa bir süre onsuz yaşamayı deneyin. Şair Leroy V. Quintana, bazı şeylerin –gerçek aşk ve benzin gibi– kıymetini ancak tükendiklerinde fark ederiz, diyor.

“Kuyu kurduğunda,” diye yazmıştı Ben Franklin, “suyun değerini anlarız.”

Bazen bir köprünün parmaklıklarından eğilip, altınızdaki ya-
vaşca geçen nehri izleyecek olursanız, birdenbire, bilmeniz ge-
reken her şeyi öğrenirsiniz.

A.A. Milne
Winnie-the-Pooh

“İstedığınız herhangi bir yolu seçin, bu yol yüzde on ihtimalle sizi bir vadiye götürecektir ve orada akarsudaki bir havuzun yakınına bırakacaktır,” diye yazmıştı suların heybetli adamı Herman Melville 1851 yılında. “Suda sihir vardır. Derin düşüncelere dalmış en dalgın insanı ele alalım. Bu kişiyi ayaklarının üzerine kaldırıp yürütmeye başlayın ve göreceksiniz ki hiç yanılmadan sizi, eğer bölgede varsa, suya götürecektir. Bir gün Büyük Amerikan çölünde susayacak olursanız ve karavanınızda da metafizikle ilgilenen birileri varsa, bu deneyi uygulayın. Herkesin bildiği gibi, derin düşünme ve su, sonsuza dek ayrılmaz bir bütün olarak kalacaktır.” Nehirler, havuzlar veya okyanus dalgalarındaki suyu izlemek bizleri büyüler ve en sıkıntılı ruha bile dinginlik verir. Birçok insanın bilgisayarındaki ekran koruyucusunun, sakinleştirici dalgalarla balıklardan oluşmasının ve Zen Budizm’i hocalarının, meditasyon yapacak kişileri su dolu kapları düşünmeye teşvik etmelerinin bir nedeni vardır. Thoreau, nehirlerin dalgalarını dinleyen bir insanın asla tamamen umutsuzluğa düşemeyeceğini iddia ediyordu; Anne Morrow Lindbergh’in 1955 tarihli otobi-

yografisi ise etkileyici bir dille, denizin armağanlarından bahseder: Suyun iyileştirici gücü; güç, sabır, umut, güven ve iç huzur verme becerisi.

Yunan mitolojisi, bir su birikintisinde gördüğü kendi yansımaya âşık olan yakışıklı Narkisos'un hikâyesini anlatır. Sonunda, görüntüsü karşısında kendinden geçerek suya düşüp ölür ve bir çiçeğe dönüşür. Narkisos'un acıklı sonu genellikle ders niteliğindeki bir hikâye olarak anlatılır: *Kendini aşırı beğenme tehlikedir, aynalarda kendine bakarak tavuskuşu gibi dolanmayı bırakın!* Adını yakışıklı, ama yanlış yola sapmış bu gençten alan Narsist Kişilik Bozukluğu, Amerikan Psikiyatri Derneği'nin *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* adlı ölçütünde, şatafatlı hayaller ve aşırı övgü talebiyle dolu bencil özellikler kümesi olarak tanımlanmaktadır. Narkisos'un hikâyesi, onun sadece kişisel özellikleriyle ilgili değil, aynı zamanda su birikintilerinin gerçekleri açığa vurucu yapısıyla da ilgilidir.

İnsanoğluna kendisini görme imkânı veren ilk araç, büyük ihtimalle, durgun bir su kütesiydi. Bu olay ilk kez, atalarımızdan biri küçük bir havuza eğilip kendi yansımasını gördüğünde yaşanmış olmalıydı. Bu kişi, suyun kenarında duran kişiyle sudaki görüntünün bir ve aynı olduğunu birdenbire fark edince oldukça şaşırması olmalıydı. Yansıma, kendi yüzlerimizi görebilmemizin, kendi gözlerimizin içine bakabilmemizin yegâne yoludur. Tıpkı su gibi, yansımanın da pek çok anlamı vardır. Bu kelimeye *OED* on üç, diğer kaynakların çoğu ise on iki farklı anlam yüklemektedir. Yansıtmak, kişinin düşüncelerini açığa çıkarması, derin düşünmesi veya uzun uzun düşünmesidir.

Su, keşfin elementidir. “Deniz ve karanın her ikisini de düşünün”, diye yazmıştı Melville, “bakalım içinizdeki bir şeyle bunlar arasında tuhaf bir benzerlik bulacak mısınız?” Su, ister durgun olsun ister hareketli, bizleri düşünmeye, iç derinliklerimizi anlamaya çalışmaya, yaşamlarımızı sorgulamaya ve hayal kurmaya sevk ederek, zihnimizi gizemli biçimde canlandırır. İçimizde-

SU

ki en mantıklı insan bile suyu hisseder. Suda anlam bulmamıza imkân sağlayan şey, muhtemelen, denizin kemiklerimiz ve kanımızdaki uzaktan gelen çağrısı, eski çağlardan kalma bir tınıdır. Suda kendimizi berrak biçimde görebilir ve kendimizle yüz yüze gelebiliriz. Herman Hesse'nin Siddharthası, akan bir nehre bakmış ve kaderini görmüştü. Narkisos, o öldürücü havuzda, yüzünden daha fazlasını bulmuştu.

Su, bize sırlarımızı gösterir. Benliğimizi suda buluruz.

Üçüncü Bölüm

Hava

Hava beni sarhoş etti...

Emily Dickinson

Hava, tutarsız bir elementtir. Tıknaz ve ayakları yere basan varlıklar olan bizler, havanın hafifliğini neşe ve özgürlükle bir tutarız. Havalara uçan veya bulutların üzerinde yürüyenler, büyük bir sevinç içerisinde olan kişilerdir; sevinç dolu bir kalp kaygısızdır ve “hava kadar özgürdür”, tıpkı final sınavlarının veya boşanma işlemlerinin sona ermesinin ardından kısa bir süreliğine yaşanan duygu gibi. Hava, aynı zamanda, dikkate alınması gereken bir elementtir. Hareket halindeki hava, karşı konulamaz kuvvetin ve önlenemez gücün evrensel simgesi olan rüzgârdır. “Madam, şunu unutmayınız ki,” diye uyarıyordu Victor Hugo, “prensler, her şeye hükmederler, ama rüzgâra asla.” Savaş rüzgârları, önlerindeki her şeyi dümdüz ederler, değişim rüzgârları ise biz istesek de istemesek de, geçmişi süpürüp götürür. “Kaçınılmaza karşı mücadele etmenin hiçbir faydası yoktur,” diye yazmıştı James Russell Lowell ve doğudan esen bir rüzgâra verilebilecek yegâne olası karşılığın palto giyinmek olduğunu belirtiyordu.

Öte yandan, rüzgârı değiştiremesek de, rüzgâr sürekli bir kârsızlık içerisinde. Bazen bizim tarafımızdadır ama ona asla güvenilemez. Şöhret ve şans rüzgârları, her an yön değiştirebilir, birdenbire diğer yöne doğru esebilirler. Yine de ters yönden esen rüzgâr, kişilik oluşturabilir. Rüzgâra karşı koymak, bağımsızlığı ve meydan okumayı ifade ederken, rüzgârın estiği yöne gitmek, mantıklı bir uyum yeteneğinin belirtisi olsa da, komşularını polise ihbar eden karakersiz gammazları da tanımlayabilir.

Hava bizi kısmen büyüler çünkü görünmezdir. Dört elementin içerisinde etrafta görünmeyen yalnızca havadır. Her ne kadar haksızca olsa da, havanın sıklıkla tamamen hiçliğin mecazi anlamı olarak kullanılmasının nedeni budur. Örneğin kafasının içi hava dolu bir kişinin –öğle yemeği randevusunu, arabasının anahtarının yerini veya kredi ödemesinin son tarihini yine unutan türden kişiler– kulaklarının arasında hiçbir şey olmadığı söylenir; havalarda dolaşan kişinin ise bomboş bir benzin deposu vardır ve bu kişi çok ileriye gidemez. Yok olan varlıkların, tıpkı Shakespeare'in hayaletleri gibi, ince havanın içerisinde eridikleri söylenir. Ben Jonson'ın sızlanması –Eyvah, bütün kalelerim havadan yapılmış– bütün şairlerin kaderidir: Gerçek bir gayrimenkul servetinden ziyade, asılsız bir hayal gücü zenginliğidir. Hava, kendisini ancak eylem yoluyla açığa vurur. Onu hissedebilir ve duyabiliriz; onun orada olduğunu biliriz çünkü işbaşında olduğunu görürüz. Çimen dalgalanır, ağaçlar sallanır, bulutlar gökyüzünde gezinir, yelkenliler yol alır, su yüzeyinde dalgalar oluşur ve yeryüzü vınlır.

Vınlama, Japonya'nın Nagoya Üniversitesi'nde görevli jeofizikçiler Naoki Suda ve Kazunari Nawa tarafından çok sayıda sismik verinin içerisinde elde edilmiş yeni bir keşiftir. Bu ses, incelenecek olursa, her biri 2 ila 7 milihertz şiddetindeki yaklaşık elli farklı notanın karışımından oluşan alçak, inilti benzeri bir ses olduğu anlaşılır. Sonuç, do notasının yaklaşık on altı oktav altında çalınan sıkıcı bir melodidir. Kulaklarımız bu sesi algılayamaz.

Vınlama, serbest titreşimlerden oluşur. Bunlar, koparılmış bir gitar telinin uzayan tıngırtısına benzeyen ve belli bir süre için devam eden titreşimlerdir. Bu sesin kaynağı, tartışma konusudur, fakat bugüne kadar yapılan en iyi tahmin, küresel atmosfer basıncı dalgalanmalarının sonucu olduğudur. Hava basıncı arttığında yoğun soğuk hava, ağır bir şekilde karaya veya denize iner; hava basıncı azaldığında ise ısınan hava yükselişe geçer. Atmosferde yaşanan bu tür iniş çıkışlar, yeryüzünde titreşim oluşmasıyla so-

nuçlanır. Havanın da, tıpkı su gibi, sesi vardır. Onu her ne kadar göremesek de, en azından duyabiliriz. Rüzgâr fısıldar, inler, ulur, çığlık atar, şarkı söyler ve pencere camlarımızı tıngırdatır. Ne var ki hava, algılayışımızın çok ötesinde, dört milyar yıllık bir melodi çalar. Atmosfer, dünyayı bir akordeon gibi pompalar ve dünya vınlar.

Dünya, yaşam veren uçsuz bucaksız bir gaz denizi olarak kafalarımızın üzerinden yukarıya doğru 480 km boyunca uzanan 5500 trilyon ton ağırlığındaki hava ile sarılmıştır. Bu, Shakespeare'in "en mükemmel gölgelik" olarak kabul ettiği koza, yani atmosferdir. Havadan içe çekilen oksijen, karadaki bütün canlı varlıkları hayatta tutar; onun sağladığı kalkan, bizleri zararlı güneş ışınlarına karşı korur; onun yaydığı sera gazları, bizleri sıcak tutar. (Muhtemelen şu anda aşırı sıcak tutmaktadır.) Hemen yanı başımızdaki hava görünmez olabilir, ama onun moleküler imzasını gökyüzünde görebiliriz. Bugünkü sky* kelimesi, Eski Norveç dilindeki bulut kelimesinden gelmektedir. OED ise şairane bir biçimde, gökyüzünü "cennetin kemeri veya kubbesi" olarak tanımlamaktadır ve çoğumuz, bu yükselen kemeri mavi ile ilişkilendiririz.

Başlarımızın üzerinde bir ufuktan bir diğerine uzanan mavi, havanın eseridir. Esasen mavi, gaz halindeki moleküllere –başta nitrojen ve oksijen olmak üzere– sahip, görünebilir ışıkların dalga uzunluklarının etkileşimlerinin sonucudur. Bu moleküller, büyüklükleri sayesinde spektrumun kısa dalga boyu kısımlarını –morlar ve maviler– uzun dalga boyuna sahip turuncular ve kırmızılardan on kat daha iyi dağıtırlar. Mavi ışık, havanın moleküllerini yansıtarak, gökyüzüne dağılır ve böylece bizlere mavi görü-

* Ing. Gökyüzü. (Çev.)

nür. Başımızın üzerindeki parlak mavi kubbe o kadar heybetlidir ki, ilk insanların bazıları buna tapınmıştı: Örneğin Cengiz Han'ın Moğolları, mavi gökyüzünü kutsal sayıyorlardı; Christopher Columbus, 1493 yılında Ferdinand ve İsaabella'ya yazdığı bir mektubunda Hispaniola yerlilerinin, bütün gücün ve iyiliğin gökyüzünden geldiğine inandıklarından bahsediyordu.

Uzaktaki dağlar mavi görünür, çünkü ormanlar ve çangıllar, havaya, molekülleri mavi ışık saçan organik uçucu gazlar yayarlar. Kızıl günbatımları, saçılan daha yoğun ışığın sonuçlarıdır: Güneş akşam vaktinde alçaldığında bize daha dar bir açıdan ulaşan ışık, atmosferde daha uzun bir yol kateder. Böylece daha mavi ışık dağıtılarak, gözlerimize sadece kırmızı ışık ulaşır. Etki, volkanik patlamaların ardından göz alıcı günbatımlarına yol açan atmosferdeki toz tarafından yoğunlaştırılır. Havadaki toz (nadir de olsa) mavi Ay'ı; güneşin doğru yerde olması durumunda su damlacıkları gökkuşaklarını; havadaki buz kristalleri ise Ay'ın ışık halkalarını görmemizi sağlar. Yıldızlar, atmosferimizin yoğun moleküler çorbasının içinden bakıldığında, pırıldarlar.

Hava, içimizden bazılarına uçma, hızla yükselme veya havada süzülme yeteneği verir. Havasız bir dünyada hiçbir kuş, kelebek veya uçak, asla yeryüzünden havalanamaz; en zayıf tüyden en kırılgan yaprağa kadar, yukarıdan bırakılan her şey, bir kaya gibi düşer. Koku alma duyumuz, tıpkı duyma yeteneğimiz gibi havaya bağlıdır. Ses kulaklarımıza havada ilerleyerek gelir. Hava olmasaydı hiçbir senfoni orkestrası veya bando duyulamazdı. Uzayın boşluğunda hiçbir ses yoktur ve havasız Ay, mezar kadar sessizdir.

Yeryüzünün 480 km kalınlığındaki kozasında yer alan hava, asimetric bir karışık sandviç gibi kat kattır. Atmosferin çoğu –yeryüzüne ait oksijen ve diğer gazların büyük kısmı– bu kozanın ilk 16 kilometrelik alanı içerisindedir. Bu bölgeye troposfer denir –Yunancada “dönmek” veya “karıştırma” anlamındaki *tropos* kelimesinden gelir– dünyadaki hava durumunun oluşumu bu tabakada gerçekleşmektedir. Troposferin üzerinde, deniz yüze-

yinden yaklaşık 48 km yukarıya kadar uzanan stratosfer vardır. Buraya kadar, çok fazla olmamakla birlikte hava vardır. Jet uçakları, mürettebat ve yolcuların basınç oranı düzenlenmiş emniyetli kabinlerde uçmaları sağlanmış biçimde, stratosferin içerisinden geçerler; burada oksijen o kadar azdır ki, neredeyse bir mumu bile yakmak mümkün değildir. Stratosferin alt kısmı, güneşten gelen zararlı ultraviyole ışınlarını etkin biçimde emen aşırı reaktif moleküllerden oluşan bir şerit olan dünyanın tehdit altındaki ozon tabakasına ev sahipliği yapmaktadır. Stratosferin üzerinde, dünyanın yüzeyinden 48. ila 80. kilometreler arasında uzanan mezosfer ve 80. ila 480. kilometreler arasındaki termosfer vardır. Termosferin ilerisinde, uzayın soğuk sonsuzluğuna yavaş yavaş karışarak dışa doğru yaklaşık 64.000 kilometre uzayan atmosferin küçük dış kenarlarından ibaret, neredeyse boş olan egzosfer vardır. Mezosfer, atmosferin toplam gaz moleküllerinin yalnızca binde birini, termosfer ise yüz binde birini içerir. Neredeyse yok sayılabilecek egzosferde hava o kadar incedir ki, yalnız moleküller, bir komşularına rastlamaksızın 10 kilometre veya daha fazla sürüklenebilirler. Atmosferin kütlelerinin % 99'undan fazlası dipte, yeryüzünden itibaren 30 kilometrelik kısımdadır ve bunun da % 75'i troposferdedir. Bizleri soğuk boşluktan koruyacak olan şey, incecik bir tabakadır. Eğer dünyayı 20 santimetre çapındaki bir top olarak düşünecek olursak, vazgeçilmez havamız, topun salata yağıyla kaplanmasıyla ifade edilebilir.

Yaklaşık otuz beş veya elli metre yüksekliğinde bir yün yığını oluşturulacak olsa, bu yığın kendi ağırlığıyla sıkıştırılır ve alttaki katmanlar, orta veya üst katmanlara oranla çok daha fazla sıkışır, çünkü çok daha fazla miktarda yün tarafından sıkıştırılırlar.

Blaise Pascal

Yunanlıların dört elementi, maddenin üç temel hâlinin örneklerini içerir: Toprak, katı; su, sıvı; hava, gaz. Katıların –kayalar ve mutfak sandalyeleri gibi şeylerin– sabit hacimleri ve şekilleri vardır. Sıvıların –su, sıcak çikolata veya cin gibi sıvıların– sabit hacimleri vardır, ama belirli herhangi bir şekilleri yoktur; bunun yerine, içine girdikleri kabın şeklini alırlar. Gazların ise ne sabit hacimleri ne de şekilleri vardır: Ev işi veya hobiler gibi, müsait boşluğu doldurmak üzere sınırsız biçimde genişlerler.

Genleşme ve sürüklenmeye yönelik eğilimi olan hava, dayanıksız bir madde izlenimi verir, fakat esasında hatırı sayılır ağırlığa sahip bir elementtir. Hava şaşırtıcı derecede ağırdır –bir santimetrekaredeki 1 kilogram ağırlığıyla her birimizin başının üzerinde 250 kilogramlık hava vardır– ne var ki onun sabit ve yılmaz basıncına o kadar alışmışızdır ki, neredeyse hiç fark etmeyiz. Doğrusu, buna karşılık olarak iç basınç altında tutuluruz. İç basınç, kulak zarlarının patlamasına, akciğerler ve kan damarlarının çatlamasına yol açarak öldürücü olabilir. Astronotlar, basınçlı uzay kıyafetleri giyerler. Vücutlarımız bu atmosfere göre ayarlıdır, yeryüzünün ağır hava denizinin dibinde yaşamaya göre tasarlanmıştır.

1648 yılında hava, Fransız bilim adamı ve filozof Blaise Pascal'ın dikkatini çekmişti. O tarihte hasta ama dâhi biri olan yirmi beş yaşındaki Pascal, bir matematik dehasıydı. Yetenekleri, oğlunun on beş yaşına gelene kadar matematikle uğraşmasını yasaklayan sıra dışı eğitim görüşleri olan babası tarafından, istenmeden cesaretlendirilmişti. Genç Pascal, çok geçmeden, yasak konuyu aklından çıkaramaz olmuştu. Dokuz yaşında kendi başına çalışırken, Öklit'in ilk otuz iki teoremini bulduğu söylenir; on altı yaşındayken konik kesitlerin geometrisi üzerine bir kitap yayınlamış; on sekizindeyken dijital hesap makinesinin, Pascaline adını verdiği ilk çeşidini icat etmişti. Matematikçi ve filozof Rene Descartes, kıymetli genci bir zıpçıktı olarak görüyordu. Pascal da buna karşılık olarak, Descartes'in analitik geometrisinin değeri hak-

kında duyduğu kuşkuları ifade etmişti. Bu isimler, atmosferin yapısı hakkında da fikir ayrılığı yaşıyordu. Descartes, atmosferin her boşluğu maddeyle doldurarak sonsuza kadar sürdüğünü ileri sürüyor, Pascal ise yeryüzünden belli bir mesafe uzaklıkta sona erdiğini, uzayın da bir boşluktan ibaret olduğunu söyleyerek ona karşı çıkıyordu. Descartes sinirli biçimde, Pascal'ın kafasının içinde çok fazla boşluk olduğu karşılığını vermişti.

Bu ağız kavgası, İtalyan fizikçi Evangelista Torricelli tarafından 1643 yılında icat edilen bir aletin yardımıyla yatışmıştı. Bu alet, ilk barometreyi oluşturan cıvayla dolu 1.2 metre uzunluğundaki ince bir boruydu. Galileo'nun tutkulu bir hayranı olan Torricelli, suyun neden doğal düzeyinin 10 metre yukarisından fazlaya pompalanamayacağı problemini araştırma konusunda yaşlı gökbilimciden ilham almıştı. Torricelli, sonunda cevabın, su pompasının aslında atmosferin ağırlığını ölçmesi olduğunu varsayıyordu. Varsayımını, hem oda sıcaklığında sıvı olan hem de saf sudan 13.5 kat daha ağır olan zehirli cıva metaliyle sına-mıştı. Torricelli, havanın ancak 76 santimetrelik bir cıva kütlesini dengeleyebileceği sonucuna varmıştı ve bu, su sütunundan 13.5 kat daha kısa bir kütleydi. Sonuç, söylendiği gibi, tarih olmuştu.

Yeniden Fransa'ya dönecek olursak, Pascal hâlâ Descartes ve uzaydaki boşluk hakkındaki can sıkıcı sorunla ilgilenmek zorundaydı. Bu hedefine varmak için atletik kayınbiraderini seçmiş ve onu, ellerinde iki barometre ve 3 kilogram cıva ile bir dağa tırmanmaya ikna etmişti. Pascal, havanın deniz yüzeyinde 76 santimetrelik cıva tabakasını dengeleyeceğini düşünüyordu, fakat –atmosfer hakkındaki düşüncesi doğru olsaydı– üzerinde daha az havanın olduğu bir dağın tepesinde daha az miktarda cıvayı dengelemeliydi. Anlaşılan oldukça gürbüz biri olan kayınbirader, olayla ilgilenen bir grup arkadaşının yardımıyla, deneyi birkaç kez tekrarlamıştı. Sonuçlar kesindi: 900 metre yüksekliğe sahip dağın tepesindeki hava tarafından desteklenen cıva

kütlesi, aşağıdaki kasabanın havasınca desteklenenden 7.6 santimetre daha kısaydı. Pascal, havanın sınırlı bir ağırlığa, böylece sınırlı bir yüksekliğe sahip olduğunu saptamıştı. Hava bizim gezegenimize özgü bir elementti ve onun ötesinde boşluktan başka bir şey yoktu. Ne var ki Pascal, Descartes'i ikna etmeyi başaramadı.

Günümüzdeki *gaz* kelimesi, sürüklenen buharların karma-karışık ve şekilsiz yapısını ifade eden Yunanca *kaos* kelimesinden gelir. Bu isim ilk kez, 1620'li yıllarda varlıklı bir Flaman aristokrat, hekim ve simyacı olan Jan Baptista van Helmont tarafından kullanılmıştı. Helmont'un neden bu ismi verdiği konusunda elimizde bir ipucu vardır: Helmont, "kaos" kelimesini Flamanca "gaz" olarak geçirmişti. Bugün Helmont çoğu kez biyokimyanın babası olarak kabul edilir. Bunun nedeni, biyolojik bir soruyu nicel yöntemlerle cevaplamaya kalkışan bilinen ilk deneyci olmasıydı. Suyun element yapısını göstermek amacıyla –"Bütün sebzeler," diyordu Helmont, "yalnızca su elementiyle beslenirler"– 2 kilogram ağırlığındaki bir söğüt fidanını bir saksıya dikmiş ve onu, hiç aksatmadan, beş yıl boyunca sulamıştı. Bu dönemin sonunda ağacın 75 kilogram aldığı ortaya çıkmıştı. Helmont, büyük bir güvenle, böyle bir ağırlık artışının ancak verilen suyla gerçekleşebileceği sonucuna varmıştı. Bu düşüncesinde kısmen haklıydı. Ne ilginçtir ki, ağacın artan ağırlığının en az yarısını, Helmont'un bizzat keşfetmiş olduğu atmosferik gaz vermişti. Bu gazı yanan odun kömüründen elde etmiş olduğu için, ona *spiritus sylvestris*, yani odunun ruhu adını vermişti. Biz ise bu gaza karbondioksit deriz. Karbondioksit, atmosferin yaklaşık % 0.035'ini oluşturur.

Helmont bir gazı keşfetmişti, ama bunu asla başarılı biçimde yalıtamamıştı. Doğrusu, bir yere kapatılan gazın patlayarak, içine konulduğu kabın "tehlikeli biçimde parçalara ayrılmasına" yol

açacağı için, bu tür bir işlemin imkânsız olduğunu iddia ediyordu. Bu işlem, kendisini kimyacı olarak nitelendiren ilk bilim adamı olan ve günümüzde çoğunlukla modern kimyanın babası olarak kabul edilen Robert Boyle'a kalmıştı. (Kimyanın babası unvanı için aday gösterilen kişiler arasında Antoine Lavoisier, Joseph Priestley ve 8. yüzyıl Arap simyacı El Cebir vardır.) Boyle da tıpkı Helmont gibi bir aristokrattı ve kendisini deneylere adanmıştı. Britanya Kraliyet Akademisi'nin *Nullius in verba* –yani, söylentiler değil, laboratuvarla yapılan uygulamalı araştırmalar esastır–emrini kendisine düstur edinmişti. Laboratuvar önlüğü onun kişiliğine o kadar uyuyor ki, kafasında büyük bir lüleli peruk ve boynundaki kravat ile gerçekten de bir kontun oğluna benzediği portresi, neredeyse şok edicidir.

Boyle'un bir gazı –hidrojen– kabının patlamasına yol açmadan yalıtması dışındaki diğer büyük başarısı gazların, sıvılar ve katıların aksine, sıkıştırılabilir olduğunu keşfetmiş olmasıydı. Üstelik deneyleri –bunların arasında, gazın, kısmen cıva ile dolu 5 metre uzunluğundaki J şeklinde bir tüpte sıkıştırılması da vardı– sıkıştırılan gazın hacminin, uygulanan basıncın miktarıyla ters orantılı olarak değiştiğini gösteriyordu. Eğer belirli miktardaki bir gaza uygulanan basınç ikiye katlanacak olursa, gazın hacmi yarıya düşer; basınç üç kat arttırılırsa, hacim üçte bir oranına düşer. Diğer taraftan, basınç azaltılacak olursa, gaz da orantılı olarak genişler – basınç yarıya düşürülürse, hacim iki katına çıkar. Bu esnek ilişki Boyle'a, gerilen ve sıkıştırılan metal yayların hareketini anımsatmış, o da bu ilişkiye “havanın yayı” adını vermişti. Bugün hâlâ Boyle Kanunu olarak bilinen bu deney, matematiğin kimyaya ilk kez uygulanışydı.

Bilinen havadan beş veya altı kat iyi bir hava keşfettim.

Joseph Priestley

Hava, modern anlamda bir element değil, % 78 oranında nitrojen, % 21 oranında oksijen, % 9 argon, çok küçük fakat sabit miktarlardaki hidrojen, helyum, neon, ksenon ve değişken miktarlarda su buharı, karbondioksit, metan, nitrik asit, ozon ve parçacıklar hâlindeki şeylerden oluşan bir karışımdır. İnsanlara göre havanın çoğu dolgudur: Bizler için hayati önem taşıyan gaz, oksijendir. Oksijen, 18. yüzyılda –ve neredeyse eş zamanlı olarak üç farklı bilim adamı tarafından– keşfedilmişti. Bu şerefe kimin ne derecede nail olduğu hâlâ tartışma konusudur. Bu içinden çıkılmaz durum, Carl Djerassi ve Roald Hoffman'ın Oksijen adlı oyunlarının ana konusunu teşkil eder. Muhtemelen ödül kazanmış iki kimyacı tarafından yazılmış yegâne oyun olan bu eserde, bir komite, söz konusu üç bilim adamından birine (Carl Wilhelm Scheele, Joseph Priestley ve Antoine-Laurent Lavoisier) geçmişe dönük Nobel Ödülü vermek üzere bugünkü Stockholm kentinde toplanır.

Böyle bir durumda, kazanan Scheele olurdu. Scheele, 1742 yılında Pomeranya'da –bugün Doğu Almanya'dadır, fakat Otuz Yıl Savaşları'nın ardından İsveçliler tarafından ilhak edilmiş olduğu için o dönemde İsveç topraklarındaydı– doğmuştu. Fakir bir ailenin on bir çocuğundan yedincisi olan Scheele, on dört yaşındayken bir eczacıya çırak olarak verilmişti. Kendisini harikulade bir kimyacı olarak geliştirecek bir çocuk için iyi bir seçimdi. Kısa meslek yaşamı boyunca –kırk üç yaşındayken kuşkulu biçimde cıva zehirlenmesinden ölmüştü– aralarında bakır arsenitin de olduğu çok sayıda yeni kimyasal maddeyi keşfetmiş veya incelemiştir. Bugün *Scheele'nin yeşili* olarak bilinen bu öldürücü karışım, yatak odasının duvar kâğıdı bununla boyanmış Napolyon'un ölümüne de karışmıştı. Scheele ayrıca, daha önce bilinmeyen birçok asidi tanımlamış; ışığın gümüş levhalar üzerindeki etkisini incelemiştir (bu, daha sonra fotoğrafçılığın gelişmesine yardım edecektir); zehirli hidrojen sülfür gazının yanı sıra klor, manganez ve baryum elementlerini sentezlemiştir.

Scheele, 1770 yılı itibariyle havanın, “birbirinden farklı iki sıvıdan oluştuğunu” belirlemişti. Bunlar sırasıyla nitrojen ve oksijendir. Bundan kısa süre sonra, aralarında cıvalı oksidin ısıtılması ve serbest bırakılmış gazın bir kese kâğıdında tutulması gibi birkaç farklı işlem yoluyla oksijeni –içinde ince bir mumun göz alıcı bir parlaklıkla yandığı renksiz bir gaz– yalıtmayı başarmıştı. Deneylerini *Chemical Treatise on Air and Fire* adlı kitabında ayrıntılarıyla anlatmıştı. Kitap, basıma 1775 yılında gönderilmiş olsa da, Scheele’nin bu gazı keşfetmesinden yaklaşık yedi yıl sonrasına, 1777 yılına kadar yayınlanmaz. O tarihe kadar, bu gazı daha sonra keşfetmiş olan Priestley, kendi kitabını yayınlamıştı bile.

1733 yılında Yorkshire’da dünyaya gelen Joseph Priestley, felsefe ve mantık alanlarındaki bilgileri, gördüğü çok sayıda yabancı dil tahsili ile oldukça köklü bilgilere sahip Unitaryen bir papazdı. Fransızca, İtalyanca, Almanca, Yunanca, Latince, İbrani ve Arapça konuşabiliyordu ve 1802 yılında –yetmiş yaşındayken– Çince öğrenmeye başlamıştı. Ayrıca Güney Amerika’da yetişen kauçuk ağacının bitki özüne “silgi” adını vermesiyle de ufak bir ün kazanmıştı. Priestley, perspektif çizim sanatı üzerine bir tez yazarken, bu bitki özünün küçük parçalarının, istenmeyen kurşun kalem çizgilerini silmek için kullanılabileceğini keşfetmişti.

Priestley fen alanında herhangi bir resmi eğitim almamıştı, ancak muazzam bir ustalığa sahipti. Gazlarla 1767 yılında ilgilenmeye başlamıştı. Öncelikle karbondioksiti, yani “sabit havayı” incelemişti. Mayalanan tahıl tanelerinden karbondioksiti yalıtmış ve bu gazın suyun içerisinde eritilerek köpüren hoş bir içeceğe dönüştürülebileceğini fark etmiş, böylece soda içeceğini icat etmişti. Britanya Kraliyet Akademisi, bu buluşu nedeniyle ona madalya verecekti. Priestley bu işlemi, 1772 yılında, *Directions for Impregnating Water with Fixed Air* adlı bir makalede yayınlıyacaktı. Oksijeni ilk kez 1774 yılında, cıvalı oksidi büyük bir dışbü-

key mercek veya büyüteç ile ısıtarak ayrıştırmış, çok geçmeden, “bu havanın içerisinde yakılan bir mumun oldukça güçlü bir alevle yandığını” ve bu havayla dolu bir şişeye kapatılan bir farenin, “sıradan hava” ile dolu bir şişedeki fareden iki kat daha uzun yaşadığını keşfetmişti. O yılın sonunda, Scheele henüz kitabını yayınlamaya bile yaklaşmadan, heyecana kapılmış Priestley, *Havanın Farklı Türleri Üzerine Gözlem ve Deneyler* adlı üçlemesinin ilk cildini yayınlamıştı.

Oksijen sahnesine en son çıkan kişi ise kesinlikle Lavoisier olmuştu. Buna rağmen Lavoisier, 1789 yılında oksijenden “Bay Priestley, Bay Scheele ve benim aynı zamanda keşfetmiş olduğumuz hava” şeklinde bahsediyordu. Oksijeni o keşfetmemişti. 1774 yılının Ekim ayında Paris’i ziyaret eden Priestley ile yaptığı bir akşam yemeği sohbeti ve yaklaşık aynı tarihlerde Scheele’nin yazdığı bir mektuptaki talimatlar yardımıyla bu gazı nasıl elde edeceğini öğrenmişti. Lavoisier, çok geçmeden, bu gazı artık kendi başına üretmeye ve kendisine haklı bir ün kazandıran kesin nicel yöntembilimler kullanarak bunun özelliklerini incelemeye başlamıştı. Oksijenle ilgili iddiası, bunu bulan ilk kişi olmasından değil, bu üç ismin içerisinde oksijenin nasıl işlediğini çözen ilk bilim adamı olmasından kaynaklanmaktadır. Scheele ve Priestley, gittikçe kullanışsız bir hâl alan filogiston teorisine (Bakınız Ateş Bölümü) son derece sadık kalmışlardı. Priestley, yaşamının son dönemlerinde, bu üçlünün en tartışmalı gazına “filogistonsuz hava” diyordu. Lavoisier ise son derece hassas ölçümleriyle, oksijenin yanma, solunum ve oksidasyondaki rolünün yapısını açıkça gösteriyor, ama filogistonu kesinlikle göz ardı ediyordu. Yeni gaz için Lavoisier’in seçtiği ismin –oksijen– kullanılıyor olmasının nedeni oldukça açıktır.

Ne var ki Fransız Devrimi esnasında Priestley ile Lavoisier’in başlarına büyük felaketler gelecekti. Priestley, devrimi coşkuyla desteklediği, Lavoisier ise hiç desteklemediği için sorun yaşayacaktı. Fransız yanlısı siyasi düşüncelerine ve tartışmalı dini gö-

rüşlerine öfkelenen gözünü kan bürümüş bir kalabalık, Priestley'in Birmingham'daki evini ve laboratuvarını yakacak, Priestley de bu olayın ardından ailesiyle birlikte Amerika'ya göç edecek ve 1804 yılında Pennsylvania'da ölecekti. Priestley'den daha da şanssız Lavoisier ise Devrim Mahkemesi tarafından ölüm cezasına çarptırılacak ve 8 Mayıs 1794 tarihinde giyotinle idam edilecekti. "Kafasını uçurulmasına bir saniye yetmişti," diyordu arkadaşı matematikçi Joseph LaGrange, "ve onun gibi birinin dünyaya gelmesi için muhtemelen yüz yıl bile yetmeyecektir."

Hava, elementlerin içinde en ruhani olanıdır. İngilizcedeki spirit^{*} kelimesi, Latince nefes almak anlamındaki *spirare* kelimesinden gelir. Latince *anima* kelimesi –hava, nefes veya ruh anlamına gelir– ise *animate*, yani hayat vermek fiilini doğurmuştur. Yunanca *aura*, *psyche* ve *pneuma* kelimeleri, eş zamanlı biçimde, nefes, can veya ruh olarak tanımlanmıştır. *Pneuma* bugün, fiziğin havanın mekanik özellikleriyle uğraşan dalı olan hidrolikte varlığını sürdürmektedir; *psyche* ise yalnızca ruh veya iç yaşamı ifade eder. Nefesi veya havayı canla ilişkilendirmemiz son derece mantıklıdır. Nefes ve yaşam, birbirlerinden asla ayıramayacak şekilde bağlıdırlar. Yiyecek olmadan ancak iki haftadan biraz fazla, su olmadan yaklaşık üç gün yaşayabiliriz, ama normal şartlar altında oksijen olmaksızın en fazla birkaç dakika dayanabiliriz. Genellikle beş dakika içerisinde beyinde hasar başlar; bunun hemen ardından da çırpınmalar, koma ve ölüm gelir. Bir dakikada, genellikle üzerinde pek düşünmeden, ortalama on dört ila yirmi beş kez nefes alırız. Nefes almak, otomatik sinir sisteminin kontrolüne bırakılmış, bilinçsizce yapılan bir eylemdir.

* İng. Ruh. (Çev.)

Öte yandan bu otomatik sistemi geçersiz kılabilir, yani nefesimizi tutabiliriz. 1912 yılında Chicago Üniversitesi'nden arkeolog Edgar James Banks, antik Mezopotamya kenti Adab'ta kazı yaparken, deniz kabuğundan yapılmış kandiller ve sedef parçalarının üzerine işlenmiş dekoratif taş gülbezekler bulmuştu. Bu nesnelerin hepsi denizin dibinden toplanmıştı. Bu durum, 6500 yıl önce insanların suyun derinliklerine dalmayı bildiklerini gösteren sağlam bir kanıttı. Arkeologlar, su kıyılarında yaşayan ilk insanların tümünün, sualtı dünyasını keşfetmek için ellerinden gelenin en iyisini yaptıklarını düşünmektedirler. Homeros, İlyada'da suya dalmaktan bahseder; Tukidides, Aristo ve Livy (sırasıyla savaş, sünger toplama ve hazine avcılığı amaçlarıyla) bu konuyu ele almışlardı. Eski insanlar ayrıca kabuklu deniz ürünleri ve inci için dalıyorlardı. Özellikle inci toplama işi oldukça kârlıydı çünkü Roma'nın zenginleri, bunlara büyük rağbet gösteriyorlardı. Büyük jestler yapan biri olarak bilinen Jül Sezar'ın, Brütüs'ün annesi Servilia'ya altı milyon sesterti değerinde bir inci vermiş olduğu söylenir.

Eski zamanlarda inciler ve süngerler, nefes alınıp suya dalınması –bugün buna serbest dalış denir– yoluyla toplanıyordu. Uzman serbest dalgıçlar, hayret verici derinliklere ulaşabilirler. Örneğin Japonya'nın *ama* dalgıçları, mercan, inci ve deniz yosunu toplamak için 44 metre derinliğe inerler; serbest dalış yarışmalarındaki şampiyonlar ise 73 metre veya biraz daha üzerindeki derinliklere ulaşmışlardır. İnsanlar bu tür dalışlarda nefeslerini yaklaşık olarak iki dakika tutarlar. Dalma tarihine göre, bu hiç de olağandışı bir şey değildir: İnsanoğlu, nefesini genellikle bir veya iki dakika, düzenli çalışmalar sayesinde dört dakikaya kadar tutabilir. Ne var ki bu hiç de kolay değildir, çünkü vücutlarımız oksijensiz kaldıklarında, buna şiddetle ihtiyaç duyarlar ve aşırı miktarda karbondioksitle yüklü olduklarında, bu gazı dışarı atmak zorunda kalırlar.

Oksijen bu yüzden son derece gereklidir çünkü vücudun enerji ikmal sistemini çalıştırır. Hepsi oksijene bağımlı bir dizi kimyasal tepkime, iç moleküler bağları enerji depoları görevi gören adenosin trifosfatın –genellikle ATP kısaltmasıyla bilinir– oluşumuna yol açar. ATP'den, küçük bir fosfat grubunu koparacak olursanız, küçük bir enerji yığınına açığa çıkarırsınız. Bu fosfatlardan çok sayıda koparacak olursanız, proteinlerin sentezini, kasların kasılmasını veya söz konusu olan bir ateşböceği ise karşı cinsten ateşböceklerine kim ve nerede olduğunu bildiren ritmik yanıp sönmeyi desteklemeye yetecek kadar güç üretmiş olursunuz. Metabolizmamız tamamen oksijene bağımlıdır; daha çok hareket ettikçe, oksijene daha fazla oranda ihtiyaç duyarız.

Anatomik ve fizyolojik karmaşıklıklarımızın birçoğu, daha fazla hava almamız için geliştirilmiş evrimsel çözümlerdir. Hacımleri yüzey alanlarına oranla az olan gelişmemiş tek hücreli organizmalar, metabolizmalarının ihtiyaç duyduğu miktarda oksijeni hücre zarlarının içinden emerek elde edebilirler. Daha büyük canlılardaki oksijen talebi, yüzey alanının temin etme yeteneğinin sınırını kısa sürede aşar. Fırfırlı solungaçlar ile çok kıvrımlı akciğerler, oksijen çekişini en yüksek noktaya çıkarma konusunda yaratıcı sistemlerdir. Örneğin insanların akciğerleri, alt bölümlere ayrılan borucuklardan ibaret büyük ağaçlardır. Bu bölünmeler, sonunda, içe çekilen nefesin oksijenin kana aktarıldığı alveol adlı milyonlarca sayıda ufacık kese oluşturur. Sürekli değişen akciğer hacmi –her nefes alıp verişimizde ciğerlerimize girip çıkan hava miktarı– yaklaşık yarım litrelik havaya teka-bül etmektedir, oysa tam kapasiteyle dolan akciğerler bu miktarın on katını tutabilirler. Vücuttaki bütün kanın dakikada üzerinden bir kez geçtiği akciğerin toplam yüzey alanı, yayılması durumunda 80 metrekarelik bir büyüklüğe, yani yaklaşık bir tenis kortu boyutuna ulaşır.

Aort ve karotis atardamarları ile beyin sapının solunum merkezindeki kemoreseptörler, kandaki karbondioksit ve oksi-

jen yoğunluklarını sürekli olarak izlerler. Eger karbondioksit çok fazla veya oksijen çok az ise dengenin sağlanması için solunum hızı artırılır. Spor salonundaki hareketli bir çalışma seansı bizi nefes nefese bırakır çünkü büyük kasların sürekli tekrarlanan kasılmaları, hücrel ATP'nin boşalmasıyla ortaya çıkan büyük miktarda enerji tüketimi gerektirir. ATP derhal yeniden doldurulmalıdır; bu da oksijen talebine yol açar. Ders kitapları, bu olayı mali bir dille anlatmayı severler: ATP, hücrenin enerji sermayesidir; bunu metabolizmanın faaliyetlerinde harcarız; bünyeyi güçten düşüren aşırı ATP çekimini önlemek için, bunun yerine oksijen ve karbonhidrat depozitoları koymalıyız.

Bu, birçok yönden uygun bir benzetmedir. Tıpkı paranın elden ele dolaştığı gibi, hava da sokulgan biçimde burundan buruna gider. Kâğıt bir doların ortalama ömrü yalnızca on sekiz ay iken, sıradan bir hava molekülü sonsuza kadar sürer. Soluduğumuz bütün hava, başka insanlar tarafından sayısız defa teneffüs edilmiştir. Şu anda ciğerlerimizdeki moleküller, büyük ihtimalle bir zamanlar T. Rex, Sokrates ve Rahibe Teresa'nın ciğerlerinde bulunmuştu. Tutkulu fizikçilerin yaptığı rağbet gören bir hesaplama, Jül Sezar'ın –aldığı bıçak yaraları nedeniyle son nefesini vermekte olan imparatorun, pahalı inciye hediye ettiği Servilia'nın oğluna “Sen de mi Brütüs?” demek için kullandığı– son nefesindeki hava moleküllerinden en az birinin şu anda aldığımız nefeste yer alması olasılığını vermektedir. Atmosferdeki toplam 10^{44} molekül ile insan nefesindeki ortalama 2×10^{22} moleküle dayanan sonuç, şu anda ciğerlerimizdeki moleküllerden en az birinin Sezar'ın son nefesinde yer almış olması ihtimalinin % 98.2 olduğunu öngörmektedir. Temiz ve taze hava gibisi yoktur. Elementler ortak özelliştir. Bütün hava kullanılır.

Dört elementin içerisinde hava –en azından şimdiki hâliyle– en yeni olanıdır. Atmosfer, her zaman için yerinde saymamıştır ve bilim adamları, şu anda sahip olduğumuzun üçüncü atmosfer olduğunu varsaymaktadırlar. İlk atmosfer –hidrojen ve helyumdan oluşan ince bir örtü– dünyanın oluşumunun ilk günlerinde yok olmuştu. İkincisi –karbondioksit, nitrojen, kükürtdioksit ve su buharından oluşan kalın bir buğulu köpük– yer kabuğu, çekirdek kabuğu ve çekirdeği oluşturarak katmanlara ayrılan katılaşmakta-ki yeryüzü ile neredeyse aynı dönemde, yaklaşık 4.4 milyar yıl önce birikmişti. Bu ikinci atmosferden sürekli olarak yeryüzüne inen su, okyanusları dolduruyor ve su devir daimini oluşturuyordu; su olarak yeryüzüne inemeyen hava molekülleri ise içe çekilmeyi bekliyordu.

İkinci atmosferde yok denilecek kadar az oksijen vardı –bugünkünün % 21’lik oranına kıyasla ancak yüz binde bir oranında oksijene sahipti. Bu hâliyle, kirli bir karbondioksit dumanı içerisinde mutlu biçimde yaşayan ilk gelişmemiş mikroplar, oksijensiz yerde yaşayabilen bakteriler (anaeroblar) için tam bir cennet bahçesiydi. Bunlar, yaklaşık 2.5 milyar yıl önce, kendilerini şişman mikrobik varlıklara dönüştüren ve ardından da fotosenteze başlayan saldırgan yeşilimsi yaratıklar olan siyanobakteriler ortaya çıkmış olmasaydı, kesinlikle mutlu biçimde yaşıyor olurlardı. Fotosentez yeşil bitkilerin, aldıkları güneş ışığının yardımıyla karbondioksit ve suyu organik karbon bileşimlerine ve oksijene dönüştürdükleri işlemdir. Organik karbon bileşimleri, siyanobakteri bakış açısından, enerji sağlayan çekici besinlerdir; öte yandan oksijen ise sınai atığa, işe yaramaz bir moleküle eşittir, yalnızca atılmaya uygundur. Tercihen çok çok uzaklara atılmalıydı, ne de olsa Arkeen dönemin sonundaki ve Proterozoik devrin başlarındaki saf insanlara göre oksijen zehirli bir gazdı.

Proterozoik devir boyunca hatırı sayılır miktarda oksijen olduğunu biliyoruz çünkü kayaların üzerine izini demir oksit şeklinde bırakmıştı. Yalnızca dünyanın erişilmesi imkânsız çekirde-

ğinde veya yeryüzüne düşmüş demirli göktaşlarında bulunan saf demir, gezegenimizde çok az miktarda mevcuttur. Kayalardaki oksitlenmiş demir, demirli oksit veya hematit şeklindedir. Bu isim, antik Yunancada kan anlamındaki *heme* kelimesinden türemiştir çünkü kıvıllı kayaların, büyük savaşların ardından savaşçıların toprağa sızan kanlarına bulandıkları inanılıyordu. 2.2 ila 1.8 milyon önceki orta Proterozoik dönem, siyanobakteriler tarafından oluşturulan oksijenin deniz suyunda erimiş demirle etkileşmesinin ürünü olan çok büyük miktarda hematit oluşumuna tanıklık etmişti. Hematit daha sonra okyanus tabanına çökerek katılmış ve kıvıllı kırmızı yatakları oluşturmuştu.

Berbat nesnelere temizlemek üzere etrafta demir olduğu sürece, oksijen oldukça tehlikesizdi. Mevcut demir tükendiğinde ise gidecek bir yeri olmayan oksijen uğursuz biçimde havada birikmeye başlıyordu. Bu, artık çok büyük ölçüde nitrojen ve oksijenin bir karışımı olan bugünkü havanın, üçüncü atmosferin başlangıcıydı. Yeryüzündeki yaşam, geçtiğimiz iki milyar yıl boyunca kendisini bu atmosfere alıştırmıştır; oysa üçüncü atmosfer, başlangıcında, felaketlere gebe idi. Oksijen, tehlikeli ölçüde reaktif bir moleküldür; oksitlenme de aslında tehlikeli bir kimyasal yanmadır. Antik dünyanın havasına salındığında ise biyolog Lynn Margulis'in ifadesiyle *toplu oksijen kıyımına* yol açmıştı. Biyokimyasal savunmalardan yoksun anaeroblar, sinek gibi ölmüştü.

Elementler güzel olsalar da, illa da dostlarımız değildirler. Yunanlıların klasik dört elementlerinin tümünün korkunç yanları vardır: Su, seller ve tsunamilere; toprak, depremler ve heyelanlara; ateş, volkanlar, yıldırım ve söndürülmesi güç yangınlara yol açar. Çinlilere göre sonsuzluğun rengi olan masumane bir mavilikle üzerimizde duran hava, aslında yaşamın önüne büyük engeller çıkaran bir düşmandır. Ona karşı hayatta kalma mücadelesi veren organizmalar, bu yeni öldürücü atmosferle başa çıkabilmek için yöntemler geliştirmek zorunda kalmışlardı – en akıllıca

olanı yaparak (metabolizmada gerçekleştirilmiş tüm zamanların en iyi hareketi, diye yazıyor Margulis) onu solumayı öğrenmişlerdi. Bunun sonucunda ortaya oksidatif solunum çıkmıştı; bunun elde edilmesi, dünyayı değiştirecekti.

Bilim adamları, yaklaşık 1.8 milyar yıl önce, son kızıl kayanın oluşumundan kısa süre sonra, eukaryotik hücrelerin, yani gelişmemiş bakterilerden, sahip oldukları çekirdek ve iç organeller sayesinde ayrılan çok eski zamanlardaki tek hücreleri atalarımızın ortaya çıktıklarını düşünmektedirler. Bu organellerin arasında, eukaryotun havaya karşı ilk savunma hattı olan mitokondri vardı. Mitokondri, Yunanca iplik anlamındaki *mitos* ile hububat tanesi anlamındaki *chondros* kelimelerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Mitokondri, 19. yüzyıl mikroskoplarında, biyologlara kısık gözler gibi görünüyordu. Mikroskoplar artık daha iyi olduğu için, az da olsa ileri teknoloji ürünü bez spor ayakkabılara benzemektedirler. Hücrenin elektrik santrali takma adlı mitokondri, aynı anda hem öldürücü olabilecek oksijeni zararsız suya dönüştüren hem de enerji yüklü ATP paketleri oluşturan zaruri metabolik süreci, oksidatif solunumu gerçekleştirir.

Bugün biyologların çoğu, mitokondriyi kendi başımıza geliştirmedimize, bunu hazır biçimde çevremizden almış olduğumuza inanmaktadırlar. Darwin, hayatta kalmanın şanstın başka bir şey olmadığını ileri sürüyordu. Bir başka deyişle, biz onu seçmeyiz; o bizi seçer çünkü tesadüfen daha büyük, daha tüylü, daha hızlı veya bir ağaç gövdesinin renginde oluruz. İlk eukaryotlar, hayatta kalmayı ümit ederek âciz biçimde boş oturmuyorlar, bunun yerine dışarı çıkıp hayatı yutuyorlardı.

Hava biyokimyasal olarak tehlikeli olabilir, fakat aynı zamanda, yazan kişiye ve döneme göre canlandırıcı, güçlendirici, tazeleyici ve sağlık verici bir varlık olarak kabul edilmiştir. Ev iş-

leriyle ilgili kişisel çalışma kitabının yazarı Catharine Beecher –kışkırtıcı Harriet Beecher Stowe’un ablası– 1856 yılında şöyle yazmıştı: “Muhtemelen dünyadaki hiçbir sağlık kuralı, her iki ciğerin de her saat büyük bir fiçı oranında temiz hava almasını gerektiren kural kadar, her sınıftan insanlar tarafından bu denli ihlal edilmemiştir.” Temiz hava, 19. yüzyılın başlarındaki sağlık hareketinin temel unsuruydu. Bu hareketin destekçileri, “sağlığa zararlı kalabalıklara girmeye bayılan” kişilerce “solunan” türden aşırı sıcak havaya, şehirlerin kötü ve hastalık yayan havasına karşı mücadele ediyorlardı. Uyuyanların nefeslerinin “ağır zehirleriyle” dolu havalandırılmamış odalar, “akciğer hastalığının sentetik gelişiminin deney kutuları” olarak görülüyordu. *Journal of Health* dergisinin 1829 yılında yayınlanan bir sayısı, yatak odasının havalandırılması ve soğuk olması gerektiğini, çünkü “dış sıcaklığa” duyulan aptalca bağımlılığın insanları soğuklara, öksürüklere ve vereme karşı hassas kıldığını iddia ediyordu. 19. yüzyılın ikinci yarısı itibarıyla, sağlık konusunda bilinçli olanlar, yatak odalarının pencereleri açık bırakarak uyuyorlardı.

20. yüzyılın ortalarında antibiyotiklerin geliştirilmesine kadar hava bir nevi ilaçtı. Temiz hava –tercihen reçineli balsam kokusuyla dolu dağ havası– verem için önerilen tedaviydi. 19. yüzyılın sonlarında Avrupa ve Amerika’da inşa edilen büyük sanatoryumlar, yalnızca hastalıklı olanları genel nüfustan ayırmaya değil, aynı zamanda bu kişilere temiz havanın şifalarını vermeye yönelik girişimlerdi. 1880’lerde *New York City* gazetesinin muhabiri Marc Cook, “doğa tedavisini” –aslında kamp kurmayı– popülerleştirdi. Bu yöntemde “çadırın katıksız havası” bitkinlik, ateş, gece terlemesi ve zafiyet gibi hastalıklara deva olarak övülüyordu. Kraliçe Viktorya dönemindeki hasta insanlar, deniz havasını solumak için deniz kıyılarına akın ediyorlardı. Göğüs hastalıkları olan Amerikalılar ise çölün kuru havasını solumak amacıyla güneybatıya gidiyorlardı.

Gittikçe genişleyen bir grup kentli insana göre en iyi hava; mumacağı, tarçın, çilek veya nane kokusu eklenerek plastik burun tüpleri yoluyla dakikası yaklaşık bir dolara ciğerlere verilen saf oksijendir. Müşterilerin Chardonnay şarabı yerine kokulu gaz sipariş edecekleri noktaya kadar varan oksijen çubukları çılgınlığı, 1990'lı yıllarda Japonya'da başlamış ve kısa sürede dünya çapında yayılmış, aralarında Tokyo, Los Angeles, Mexico City, Bangkok, Chicago ve New York gibi dumanları ve kötü havalarıyla ünlü şehirlerde büyük rağbet görmüştü. Bu yöntemi destekleyen kişiler, yaklaşık on dakikalık saf oksijenin mutluluk ve neşe vermekten, içki sersemliğini ortadan kaldırmaya kadar her şeye iyi geldiğini iddia etmektedirler. Normal bir insanın hemoglobininin % 99'unun zaten oksijene doymuş olduğuna, bu yüzden ek oksijen alımının yaratacağı etkiler için çok az yer kaldığına işaret eden doktorlar ise bu konuya şüpheyle yaklaşmaktadırlar. 1775 yılının başlarında Joseph Priestley, saf oksijenin solunmasının fa-releri aşırı enerjik hâle getirdiğini ve saf oksijeni kendisi soluduğunda "kısa bir süre sonra göğsünün alışılmadık biçimde hafif ve rahat olduğunu" fark ettiğini belirtiyordu. "Bu saf havanın zamanla, rağbet gören lüks bir madde hâline gelemeyeceğini kim söyleyebilir?" diyordu, zeki biçimde Tokyo'da başlayacak çılgınlığı öngörerek. Öte yandan, "doğanın bizlere sunmuş olduğu havanın, hak ettiğimiz kadar iyi olduğunu" belirtiyordu.

Oksijen hakkında bildiklerimizi göz önünde bulunduracak olursak, bu son satırın kaygı verici bir tonu vardır. Yaşlanma konusunda çalışmalar yürüten bazı bilim adamları ve uzmanlar, eninde sonunda bizleri öldüren şeyin, doğanın havası olduğunu ileri sürmektedirler. Bu durumda suçlular, oksijensiz radikaller veya reaktif oksijen türleridir (ROSlar). Bunlar hidroksil, süperoksit anyonlar ve oksijenli su (saça uygulandığında saçı sarı yapar) gibi, insanı kaşındıran tek elektronlara sahip zarar verici moleküllerdir. Serbest radikaller, mitokondriyel solunumun kaçınılmaz sonuçlarıdır. Normal metabolizmanın seyri içerisinde vücu-

dun her bir hücresi, bu tür moleküllerden her gün yaklaşık 20 milyar tane oluşturur. Serbest radikalleri ayrıca dışarıdan, havayı kirleten maddelerden ve sigara dumanından alırız. Bunların hepsi, aralarında hücre zarlarımız ve DNA'nın olduğu hayati önem taşıyan hücresel unsurlara büyük zarar veren oldukça reaktif yüklü moleküllerdir. Yaşamlarımız boyunca bu moleküler suçluları, öncelikle bir çift antioksidan enzim –katalaz ve ona aşına olanlar tarafından kabaca SOD olarak bilinen süperoksit dismutaz– ile defederiz. Ne var ki, serbest radikal yaşlanma teorisine göre, sınırlarımız vardır: Sonunda bizi yakalayan şey, oksidatif zorlamadır. Serbest radikaller yığını, yavaş yavaş vücudun antioksidan savunmalarını aşar ve radikallerin yol açtıkları hücresel vandallık, sonunda öyle büyük bir yıkıma yol açar ki öldürücü bir hâl alır. Hava, gerekli bir kötülüktür. *Oxygen: The Molecule that Made the World* adlı sürükleyici kitabın yazarı Nick Lane'e göre nefes alma, zehirlenmenin yavaş bir biçimidir. Bu eylemi yeterince uzun süre yaptıktan sonra ölürüz.

Bazı havaların insanlar için kesinlikle diğerlerinden daha kötü olduğu, çok eski zamanlardan beri bilinmektedir. *Miasma** kelimesi –Yunanca kirlilik demektir– zehirli ve hastalık yayan hava anlamındadır. 19. yüzyılda sarıhumma, kolera ve tifo gibi hastalıkların kaynağı olarak kirli hava kabul ediliyordu. Sıtma hastalığının adı, İtalyancada “kötü hava” anlamındaki *malaria* kelimesinden gelmektedir. Roma İmparatorluğu döneminde hummanın kaynağının, Roma yakınlarındaki pis kokan bataklıkların olduğu düşünülüyordu; aslında bu bir bakıma doğrudu, ama hastalığı yayan şey atmosfer değil, bataklıkların durgun ve pis sularında üreyen *anofel* sivrisinekleriydi.

* İngilizce. (Çev.)

Bu, havanın hastalık bulaştırmayacağı anlamına gelmez. Pek çok hastalık –aralarında difteri, kızamık, kabakulak ve her yerde mevcut olan soğuk algınlığı da vardır– çoğunlukla öksürme ve hapşırma yoluyla yayılarak havadan bulaşmaktadır. Grip, bu şekilde, bir yerden bir diğerine korkunç bir etkiyle seyahat eder –tıpkı dünya çapında 20 milyon insanın ölümüne yol açan büyük 1918 salgınında olduğu gibi. Çaresiz kalan halk sağlığı yetkilileri, kurbanları karantinaya alarak ve hava yoluyla yayılan hastalıkları yayma potansiyeline sahip kamusal toplantıları kısıtlayarak salgınları kontrol altında tutmaya çalışmışlardı. Grip salgınının hemen ardından ABD’de barlar, diskolar ve sinemalar kapatılmış; insanlardan, sağlıksız ve kalabalık tramvaylara binmeleri yerine, işlerine yürüyerek gitmeleri istenmişti. İsviçre konserler, atıcılık müsabakaları ve tiyatro gösterilerini yasaklamış; İngiltere’de ise üç saatten kısa olmaları şartıyla gösteriler devam etmiş ve tiyatro salonları daha sonra tamamıyla havalandırma sistemlerine kavuşturulmuştu. Sağlık personeli –bazı durumlarda şehir nüfuslarının tamamı –tül den yüz maskeleri takıyorlardı. 1918 yılındaki öldürücü salgında olduğu gibi, bu tür önlemler genellikle etkisiz kalmıştı; oysa karantinaların sıkı biçimde uygulanması, ilk kez 2003 yılı Şubat ayında Asya’da saptanan ve sonunda 8400 kişiye bulaşıp 813 kişinin de ölümüne yol açan SARS (Ani Gelişen Ciddi Solunum Yetersizliği) salgınına başarılı biçimde durdurmuştu. Etkili aşuların yokluğunda çoğu kez muazzam önlemlere ihtiyaç duyulur; tek bir hapşırık, 2 milyon virüs parçacığından oluşan bir püskürtüyü dokuz metre uzağa kadar yayar. Hastalığın yeni bir yere yerleşmesi için ortalama on parçacık yeterlidir; teoride tek bir hapşırık, tam anlamıyla yayıldığında, küçük bir şehre hastalık bulaştırabilir.

Hapşırma, burnun iç kısımlarındaki istenmeyen tahriş edici maddelerin atılmasını sağlayan mekanizmadır. Bu; diyafram, karın, göğüs ve boğaz kaslarını içeren şaşırtıcı ölçüde karmaşık bir tepkimedir. Bu tepkime sonucunda parçacıklar, saatte 150 kilo-

metrelik bir hızla burun kanallarından geçerek bünyeden atılırlar. Bu tür parçacıklar bizim için sorundur çünkü hava, boş olduğu yönündeki ününe karşın, şaşılacak derecede doludur. Dünyayı kapsayan hava, herhangi bir anda, yaklaşık 1 ila 3 milyar ton parçacık içerir: Karışımlar, sporlar, deniz yosunları, virüsler, toz ve mevsime göre gerçekten de çok büyük miktarda polen. En temiz hava bile gözle görülmeyen bir süprüntü yığını taşır. Aşırı ıssız Antarktika'nın üzerindeki hava, her bir nefeste yaklaşık 200.000 parçacık içerir. Sıradan bir banliyödeki bir ciğer dolusu hava, 25 milyon parçacık barındırır; yazın en sıcak günlerinde Los Angeles çevre yolunda trafiğin en yoğun olduğu saatlerde akılsızca alınacak bir nefeste 375 milyon parçacık bulunabilir.

Bugün dünya nüfusunun yarısından fazlası şehirlerde yaşamaktadır ve şehirler, genellikle dünyadaki en kötü havaya sahiptirler. Sorunun bir kısmı ısıya bağlıdır. Çelik, asfalt ve betondan inşa edilmiş binalar ile kaldırımların tümü gün boyunca güneş enerjisini emer ve günbatımında atmosfere ısı yayar. Bir şehrin üzerindeki hava, civardaki kırsal bölgeden 10 dereceye kadar daha sıcak olabilir. Bu kentsel ısı adaları nüfus artışı –örneğin Los Angeles'ın aşırı yoğun nüfusu, İkinci Dünya Savaşı'ndan itibaren her on yılda bir, şehrin ortalama sıcaklığını bir derece arttırmıştır–, fabrikalar, evler, arabalar, kamyonlar ve trenlerin sebep olduğu artık ısının birikmesi sonucu, sıcaklığı daha da artırır. Şehrin cızırdaması, yansıtıcı çatılar, yeşillik –New York, Central Park olmasaydı çok daha sıcak olurdu– ve rüzgâr yoluyla hafifletilmektedir. Ancak bunlar her zaman için istenilen sonucu sağlayamazlar. Büyüyen şehirler, kendi zehirli özsularının içerisinde kaynarlar; kentsel ısı adası, kirli havanın kuluçka makinesidir.

ABD'de Çevre Koruma Dairesi, günlük hava kalitesini izlemekte, içindeki beş ana kirletici maddeye –toprak seviyesindeki ozon, karbon monoksit, kükürtdioksit, nitrojen dioksit ve ayrı parçacıklardan oluşmuş maddelere– göre havayı derecelendirmektedir. Sonuçlar 0'dan 500'e kadar uzanan renk şifreli bir öl-

çek olan Hava Kalite Göstergesi (AQI) kullanılarak sunulmaktadır. Hava 0-50 (yeşil) aralığında çıkarsa iyi; 51-100 (sarı) aralığında çıkarsa makul; 101-150 (turuncu) aralığında çıkarsa hassas bünyeler için sağlığa zararlı; 151-200 (kırmızı) aralığında çıkarsa herkes için sağlığa zararlı; 201-300 (mor) aralığında çıkarsa sağlığa aşırı zararlı kabul edilir. 300'ün üzerindeki havanın tehlikeli olduğu söylenir ve bu hava kestane rengiyle işaretlenir.

Kırmızı, mor ve kestane rengi durumlarının en tehlikelisi muhtemelen kirli havadır. Koyu zehirli duman ve doğal sisin bir karışımı olan bu hava, Sherlock Holmes'un suçluları sezdirmeden izlediği ve Karındeşen Jack'in kurbanlarını pusuda beklediği havadır. Holmes'un döneminde kirli hava, yakılan kömürlerin bir sonucu, su buharı, kükürtdioksit ve genellikle "bezelye çorbası" olarak adlandırılan kalın sarımsı pis hava çıkaran külün bir karışımıydı. Bu tür kirli havalar, belirli boyutlara ulaştıklarında öldürücü olabilirler. Kül parçacıkları, kükürtdioksitin oksijenle tepkime içerisine girerek, sülfürik asit oluşturmak üzere bekletilmiş su damlacıkları içerisinde çözülecek olan kükürttrioksitin oluşum sürecini başlatır. İçe çekildiğinde bu havanın akciğer dokusu üzerinde korkunç bir etkisi vardır; 1952 yılında Londra'nın üzerine bir battaniye gibi çöken ve beş gün boyunca şehrin üzerini kaplayan kirli hava, 4000 kişinin ölümüne yol açmıştı. Bugün –aralarında karayollarıyla dolu Los Angeles şehrini belirli dönemlerde kaplayan keskin kahverengi sisin de olduğu– kirli havaların pek çoğu, çoğunlukla otomobil egzozlarının sonucu olarak ortaya çıkan fotokimyasal havalardır. Isı ve güneş ışığı tarafından desteklenen egzoz borusu bileşenleri, zehirli miktarlarda nitrik oksit, nitrojen dioksit ve ozon oluşturmak üzere bir araya gelirler.

William S. Gilbert'in baladlarından birinin adı "Ozon"dur. Gilbert burada ozonu, istediğiniz zaman asla orada olmayan bir

polis memuruna benzetir. Ozon yalnızca Gilbert'in en sevdiği hava değil, aynı zamanda Viktorya döneminin ilginç bir yansımasıdır. O dönemde ozon, bir şifa maddesiydi. Bulunması zor olan bu gaz, normal bünyeyi güçlendirdiği ve hasta insanlara canlılık verdiği düşünülen enerji verici bir kuvvet ilacıydı. Kıyı kesimlerindeki havanın olası yüksek ozon içeriği, insanların canlılık veren deniz havasını solumak için deniz kıyısına gitmelerine neden oluyordu; evlerinden uzağa ayrılamayanlar içinse kiliselere, hastanelere ve tiyatrolara ozon pompalanıyordu. İnsanlar büyük ihtimalle ozonun yanı başlarında olduğunu biliyorlardı çünkü ozon renksiz ve kokusuz oksijenin aksine mavidir ve kokar.

Ozon kelimesi, Yunanca koku anlamındaki *ozein* kelimesinden türetilmiştir. Bu isim ona, yıldırım ve elektrikle ilişkilendirilen burun sızlatan keskin metalik kokusu nedeniyle verilmiştir. Ozon, 1840 yılında, kimyacı Christian Friedrich Schonbein – daha sonra nitroselülozu bulan kişi olarak ün kazanacaktır (Bakınız Ateş Bölümü)– tarafından, Basel Üniversitesi'nde keşfedilmişti. Schonbein başlangıçta ozonun klora benzeyen yeni bir element olduğunu düşünmüştü, ancak daha sonra yapılan çalışmalar, bunun moleküler oksijenin bilinen iki yerine üç atoma sahip farklı ve oldukça reaktif bir biçimi olduğunu göstermişti. Atmosferin alt kısmındaki havanın, çok düşük miktarlarda da olsa, doğal bir bileşenidir. Örneğin havanın her yüz milyon molekülünün yirmi milyonu oksijen iken, yalnızca iki tanesi ozondur. Oysa otomobil egzozlarından çıkan dumanlarla etkileşim hâline giren ultraviyole ışınları, sıcak yaz günlerinde toprak seviyesindeki ozon yoğunlaşmalarını beş kat veya daha fazla arttırabilir ve bu noktada ozon biyolojik bir tehlike hâline gelir. On milyonda bir miktarının üzerindeki ozon, akciğer dokusunu tahriş eder veya zedeler; hassas saman nezlesi ve astım hastalarını da alerjik krizlere sokar. Zaten kirli havayla başa çıkmak zorunda olan Viktorya dönemindeki İngilizler, burunlarına ozon çekerek aslında kendileri için faydalı bir iş yapmış olmuyorlardı.

Hava, bir kısmı güzel bir kısmı çirkin, bir tarafı iyi polis diğ er tarafı ise kötü polis olan ikiyüzlü bir elementtir. Oksijen bir yandan öldürücü bir zehirken, öte yandan da yaşamın vazgeçilmez solugu dur. Dünyaya yakın yüzeyde ozon olması kötü bir durumdur; oysa stratosferdeki ozon, Güneş'ten gelen zararlı ışınlar a karşı kalkanımızdır. Stratosferdeki ozon tabakası, yeryüzünden yaklaşık 20 ila 35 kilometre yukarıda yer almaktadır. Ozon moleküllerinin kendilerini gelen ultraviyole ışınlar a sürekli olarak kurban ettikleri bu bölgedeki hava, kimyasal bir karışıklık içerisindedir. Ultraviyole ışınlarının akınına maruz kalan ozon, çift atomlu bir oksijen molekülü (O_2) ile tek bir oksijen atomuna (O) bölünür; yalnız oksijen atomu daha sonra bir oksijen atomuyla yeniden birleşerek bir kez daha ozonu (O_3) oluşturur. Bu şekilde günde yaklaşık üç yüz milyon ton stratosfer ozonu imha edilir; aynı miktarda ozon da yeniden meydana getirilir. Görünüşte bu anlamsız işlem içerisinde kullanılan güneş enerjisinin dünyanın yüzeyine gelmesi engellenmiş olur.

Ultraviyole ışınları –elektromanyetik spektrumun bir parçası olarak gözle görülebilir mavi, çivit ve mor renklerinin hemen solunda yer alır– azalan dalga boyunun üç farklı biçiminde gelir: UV-A, B ve C. Dalga boyu ne kadar kısa olursa radyasyonun enerjisi de o ölçüde fazla olur. Bu kurama göre, canlı varlıklar a en büyük tehdidi C yöneltmektedir. Oysa uygulamada UV-C bir sorun değildir; atmosferin yukarı kısımlarında ozon tarafından tamamen emildiği için asla yeryüzüne ulaşmaz. Ultraviyole ışınlarının en narini olan A, ozon tabakasından süzülüp geçer, ama çok az zarar verir. Aslında vücudumuzun D vitaminini ürettiği tepkimeyi başlatan UV-A'dır; soluk tenli kişilerde, deri hücreleri tarafından melanin üretilmesini tetikler, işte böylece Kafkasyalıları da beyaz tenli yapar. UV-B ise önemli bir sorundur. B, zarar verici olacak kadar enerji doludur; çoğu stratosferdeki ozon tarafından emiliyor olsa da, bir kısmı yeryüzüne ulaşır. Bunun ne kadarının ulaştığı; havaya, iklime ve mevsime bağlıdır. UV-B yoğunluğu,

eritemal UV göstergesiyle ölçülür. Bu göstergenin ismi, aşırı dozda UV-B'nin ilk belirtisi olan güneş yanığının tıbbi adı eritemden alınmıştır. UV-B'ye uzun süre maruz kalınması, insanlar ve hayvanlarda deri kanseri ve katarakt olma ihtimalini artırır; fotosentezi engeller ve bitkilerde büyümeyi yavaşlatır.

Sahip olduğumuz ozon ne kadar az olursa UV-B'ye daha çok maruz kalırız. Çevrecilerin Güney Kutbu üzerindeki ozon deliği hakkında endişeli olmalarının nedeni budur. Kuzeybatı Pasifik'te anlatılan bir efsanede büyük bir kartal, güneş ışığının gelmesi için gagasıyla gökyüzünde bir delik açar. Bu tür hikâyelerde gökyüzünde bir delik açmak, dünyanın genç olduğu dönemde yalnızca sihirli hayvanlar tarafından gerçekleştirilebilen kahramanca bir eylemdi. Görünen o ki, bugün bu işi artık kendi başımıza yapıyoruz. İlk kez 1985 yılında tanımlanan delik –bilim adamları buna “ozon boşalma bölgesi” derler– gökyüzünün yapısındaki uçsuz bucaksız bir deliktir. 1988 yılına kadar yapılan çalışmalar deliğin gerçek nedenini ortaya koymuştu. Reaktif klor atomları ve kloroflorokarbonlardan (CFCl'ler) türeyen diğer katalizörler –freon, polistiren ve endüstriyel eriyikler– moleküler düzeyde, büyük bir kırmızı balık akvaryumuna piranaların salıverilmesine benzer etkiler yaratarak stratosferi kirletmişlerdir. Tek bir klorun, ozonu, yeniden üretilebileceğinden daha hızlı biçimde atmosferden çıkaran yıkıcı bir kimyasal eylemde bir milyon ozon molekülünü hızla ortadan kaldıracak şekilde keşfedilmişti. 2000 yılı itibarıyla elde edilen sonuç, 28.3 milyon kilometrekarelik –ABD'nin yüzölçümünün üç katı büyüklüğünde– bir alanı kaplayan rekor düzeyde bir delikti. Bilgisayarda geliştirilmiş fotoğraflarda bu delik, atmosfer üzerindeki koca bir leke olarak belirir.

Her kış doruğa ulaşan ve sıcak yaz mevsiminde nispeten yok olan mevsimsel Güney Kutbu ozon deliğini, soğuk hava büyütmektedir. Meteoroloji uzmanları deliğin ancak, biriken sera gazlarının alttaki troposferi ısıtıp stratosferi soğumaya zorladıklarında büyüyeceğini tahmin etmektedirler. Stratosfer yeterince soğu-

yup eksi 78 derece sıcaklığa düştüğünde su, stratosferin ince havasının içerisinde çıkararak kutupsal stratosfer bulutları (PSC) adı verilen parlak buz kristali bulutlarını oluşturur. Buz, ozon için ölüm çanı demektir: Kristaller kimyasal bağları parçalayarak aşırı reaktif kloru serbest bırakan tepkimeler için destekleyici bir yüzey sağlarlar. Aynı zamanda Güney Kutbu kışının ağır soğuk havası çöker ve Coriolis etkisi tarafından itilerek dönmeye başlar, böylece kutup noktasının etrafında bir girdap oluşturur. Hızla dönen bir soğuk hava duvarı niteliğindeki bu girdap, üst bölgelerden ozon yüklü havanın girişini engelleyerek ve kutupsal ozonu öldürücü PSClerin içerisinde hapsederek Güney Kutbu'nu atmosferin geri kalanından yalıtır. Kuzey Kutbu'nda da bir girdap ve buzlu PSCler yığılı vardır, ama burada havanın daha sıcak olması nedeniyle Güney Kutbu'ndakine benzer türde bir ozon deliği yoktur. Kuzey girdabı, kıtasal kara parçalarının üzerinde hareket eden büyük ölçekli hava sistemlerinin oluşturduğu devasa atmosfer dalgalarının etkisi altındadır. Devasa dalgalar oluşturacak daha az sayıda büyük kara parçasına sahip güney yarımkürede soğuk güney girdabı; insanlar, buz ve rüzgâr arasındaki kasıtsız bir komplonun kurbanı olan ozon tabakası üzerinde hiç rahatsız edilmeden dolanıp durur.

Doğa olaylarının içerisinde insanoğlunun kendisini karşısında muhtemelen en çaresiz hissettiği olay rüzgârdır.

James Frazer

Altın Dal

“Rüzgâr, olmasını istediğiniz hemen her şeydir,” diyor Lyall Watson, *Heaven's Breath* adlı kitabında. “Rüzgâr kadar kararlı veya yolundan şaşmaz, hafif veya şiddetli, öfkeli, yumuşak veya sürekli olarak değişen çok az şey vardır.” Aslında ondan olmasını is-

tediğimiz şeyin onunla pek alakası yoktur; hava harekete geçmeye karar verdi mi artık bundan geri dönüşü yoktur. Nadiren de olsa onun bir kısmını zapt edebilir veya kendi amaçlarımız için başka yöne çevirebiliriz ama hava, bütün elementlerin içerisinde en başına buyruk olanıdır: Nereye gitmek isterse oraya, aslında her yere gider.

Buharlı ekvatorun üzerinde parıldayan güneş, dünyadaki rüzgârları harekete geçiren motordur. Ekvatorun üzerindeki ısınan hava, gökyüzüne doğru görünmeyen devasa bir balon gibi yükseldiği zaman ardında meteoroloji uzmanları tarafından alçak basınç alanı olarak adlandırılan bir boşluk bırakır. Daha soğuk üst kısımlardaki ve daha alt enlemlerdeki alçak hava, bu boşluğu doldurmak üzere hızla harekete geçer. Böylece o da amansız güneş tarafından ısıtılır ve üzerindeki havayı kuzeye veya güneye doğru iterek yükselir. Soğuk üst kısımlardaki ve daha alt enlemlerdeki itilmiş olan–soğutulmuş– hava çöker ve bir kez daha harekete geçip ekvatorial boşluğu doldurmaya hazır yoğun bir soğuk yüksek basınç havası yığını oluşturur. Dünyanın batıdan doğuya doğru saatte 1600 kilometrelik bir hızla kendi etrafında dönüşü nedeniyle yanlara doğru itilen bu sürekli dönüş hâlindeki ısıyı hücreleri, rüzgârın kalbidir.

Genel fiziğin sahneye çıkmasından önce rüzgârlar, insan veya hayvandı. Eski çağlardaki Norveçlilere göre rüzgâr, büyük kanatlarını çırparak kuvvetli rüzgârları ve fırtınaları çıkaran kartal kılığındaki dev Hraesvelgr'ın işiydi. Yunan mitolojisinde rüzgârlar, deniz tanrısı Poseidon'un oğlu Aeolus'un kontrolü altındaydı. Aeolus, rüzgârları Akdeniz'in ortasındaki tunç duvarlarla çevrili adasının altında bir mağarada zincirlenmiş olarak tutuyordu. Oğulları Boreas, Notus, Eurus ve Zefiros, sırasıyla kuzey, güney, doğu ve batı rüzgârlarıydılar. Latin şair Ovid, *Metamorphoses* adlı eserinde bunların her birini ayrıntılarıyla anlatıyordu. Rüzgârların en güçlüsü olan soğuk kış rüzgârı zalim Boreas –Shakespeare ona kabadayı diyordu– silindir biçimindeki göğsü, dalgalı gri sa-

çı ve sakalıyla, denizkabuğundan yapılma bir boruyu üflerken gösteriliyordu. Sakalsız, değişken ve daha genç olan Notus ise bir buluta sarınmış biçimde elinde yağmur suyuyla dolu kilden bir su çanağı taşıırken tasvir ediliyordu. Eurus kasvetli, esmer ve yaşlıydı; batı rüzgârı Zefiros ise meyve ve çiçek desenleriyle süslü bir gömlek giyen, uzun saçlı, sevimli bir çocuktu. Anlaşılan farklı kültürlerdeki insanlar, kaprisli Zephyrus hakkında değişik görüşlere sahiptiler: İngiliz şair John Masefield batı rüzgârında nisan ayını ve nergisleri görüyordu, ancak Çinliler çiçeklerle dolu batı rüzgârını bir kaplanla özdeşleştiriyorlardı; Mısırlılar onu bir yılan olarak görüyorlardı ve Joseph Conrad ise onu “aklını kaçırmış bir hükümdar” olarak tasvir ediyordu.

Mitolojilerin çoğu, rüzgârın özünün, onun ne yapacağını önceden kestirilemez olması konusunda birleşiyor. Ya çok fazla ya da çok az rüzgâr vardır ve bunun her zaman için kontrolden çıkıp tehlikeli boyutlara varması riski vardır. Rüzgâr çoğunlukla kaprisli tanrılar tarafından dağ mağaralarından gizemli hindistan-cevizlerine kadar her şeyin içerisinde –şişe içindeki kavgacı bir cin gibi– doğaüstü biçimde tutsak edilmiş bir varlık olarak görülmektedir. Örneğin Molokai Adası’nda yaşamış olan Havai rüzgâr tanrısı Laamaomao, rüzgârları oyulmuş sukabaklarında saklıyordu; Çin’in rüzgâr tanrısı Feng Po ise rüzgârları sırtındaki sarı bir çuvalda taşıyordu. Deniz yolculuğunun rüzgâr gücüyle yapıldığı dönemlerde her şey, tanrıların rüzgâr çıkarma konusundaki istekliliklerine bağlıydı. Feng Po –canı istediğinde ki bu pek de sık olmazdı– yalnızca çuvalının ağzını açıyor, belirli bir yöne çeviriyordu ve rüzgârlarda o yönden esiyordu. Bu her zaman, istenen yön olmayabiliyordu. Çinli denizciler bir zamanlar, uygunsuzca esen rüzgârların yönlerini değiştirme ve yollarını şaşırıtma umuduyla gemilerinden denize kâğıttan yapılmış tekneler indiriyorlardı. Bazen de rüzgâr hiç esmiyordu: Homeros’un *İlyada*’sında gemilerini Troya’ya götürmek için umutsuzluk içerisinde rüzgâr bekleyen, ancak rüzgâr olmadığı için yol alamayan Agamemnon,

en büyük kızı Iphigenia'yı tanrılara kurban eder ve böylece ülkesine dönüşünde kendi kanlı sonunu hazırlamış olur. Rüzgâr bazen de çok fazla esiyordu: *Odyseia* destanında rüzgâr tanrısı Aeolus, vatanı İthaka ve kendisini sabırla bekleyen karısı Penelope'ye dönmekte olan Odysseus'a keçi derisinden yapılmış, rüzgârlarla dolu bir çuval verir. Odysseus uykuya dalana ve hazine bulmayı uman meraklı tayfasının çuvalı açıp da feci bir fırtına salıvermesine kadar her şey yolunda gider.

Orta Çağ'da kurnaz rüzgârların, cadıların uzmanlık alanı olduğuna inanılıyordu. Laponya'nın *Samileri* –hava durumu büyücüleri– rüzgârları kement atarak zapt etmeleriyle ün kazanmışlardı. Otuz Yıl Savaşları esnasında Almanya'yı işgal eden ve böylece Schonbein'in memleketi Pomeranya'yı ele geçiren İsveç Kralı Gustavus Adolphus'un, zaferlerini kısmen –yardıma koşan rüzgârları çağırın– Laponyalı büyücülere borçlu olduğu söylenir. Shakespeare, cadıların rüzgâr konusundaki bilgeliklerine hiç de yabancı değildi: *Macbeth*'de, bir denizcinin dar görüşlü karısının önemsemediği kestane kılığına girmiş cadılar, bu kadının kocasının talihsiz gemisini hırpalayacak bir fırtına çıkarırlar; Prospero da kaçınılmaz fırtınayı çıkarmak için sihirli yöntemlerini kullanır. Öte yandan herkesin rüzgâr çıkarabileceği veya –suya bozuk para atarak– rüzgâr satın alabileceği söylenir. Geminin direğine bıçak saplamanın, bıçağın sapının gösterdiği yönden esen bir rüzgâra davetiye çıkarmak olduğu da söylentiler arasındadır.

Amerika'nın güneybatısındaki Navaho ve Dine kabilelerinin yaratılış mitleri, rüzgârla ilgili hikâyelerle doludur. İlk insanlar –hikâyeye göre toprak ile su veya mısır, turkuaz ve ezilmiş beyaz kabuklardan yaratılmış olsalar da– rüzgâr onları doldurup soluk, düşünme gücü ve dik durma yeteneği verene kadar gevşek ve cansız varlıklardı. Bir bebek, ana rahmine düştüğünde anne ve babasından birer rüzgâr alır ve bunları karıştırarak kendine özgü bir rüzgâr oluşturur. Başın üst kısmından ve el ile ayak parmak-

larının ucundan çıkan kişisel rüzgâr, bir bireyin karakterini ve kişiliğini belirler. Navaho halkına göre insanlara konuşmayı öğreten de rüzgârdı.

Navaho kabilesinin yazılı bir alfabesi yoktur. 20. yüzyıl itibarıyla kabilenin üyeleri dışında çok az sayıda insan Navaho dilini anlayabiliyordu. İkinci Dünya Savaşı esnasında Navaholular, Pasifik cephesinde kullanılmak üzere anadillerine dayalı askeri bir kod geliştirmişlerdi. Bu dâhiyane yöntem, Amerikalıların ürettikleri bütün şifreleri kıran Japon şifre çözücülerinin bütün çabalarına rağmen, savaşın sonuna dek çözülememişti. Navaho kodu, kelime oyunları ile harf çevirilerinin karışımından ibaret olan çözülemez bir şifreydi –örneğin “balina”, savaş gemisi ve “hindi yağmuru”*, arazi anlamında kullanılıyordu. Dinleyenlerden birinin anlattığına göre, bu şifreli dil sahra telsizinde kullanıldığında, sesleri birbirine karışmış Tibetli bir keşişin konuşmasıyla kanala boşaltılan bir sıcak su şişesinin çağılışına benziyordu. Bu şifre, Guadalcanal ve Iwo Jima’daki Müttefik zaferlerinde hayati bir rol oynamıştı; buraldaki çatışmalarda yer alan Navaholular –büyük bir gecikmeyle 2001 yılında– kahramanlıklarından ötürü ABD Kongresi tarafından altın madalya ile ödüllendirildiler. Bu insanlar, rüzgârla konuşanlar olarak da biliniyordu.

Aslında rüzgârla konuşmak bir bakıma hepimize mahsustur, çünkü rüzgâr, mecazi anlamda, insanoglunun dilinin içine sızmıştır. Rüzgâr ya hiçbir şey ya da her şeydir: Rüzgârın nereden eseceğini biliyorsanız akıllı birisiniz demektir, ama rüzgâra söz geçirmeye çalışmak beyhude bir çabadır. Rüzgâra tutulmak, Samuel Pepys’in mali bakımdan kötü durumda olduğu günlerden beri, iflas etmek anlamına gelmekteyken, rüzgârın düşürdüğü meyveye takılmak, hiç hesapta yokken bir yerlerden ele para geçmesi anlamındadır.

* İngilizcede arazi anlamındaki *terrain* kelimesi üzerinde oynanarak *turkey rain* (hindi yağmuru) ifadesi kullanılmıştır. (Çev.)

Margaret Mitchell'in Amerikan İç Savaşı'nı destansı biçimde anlattığı *Rüzgâr Gibi Geçti* adlı kitabında rüzgâr, savaş öncesi Güney'in yaşam biçimini –beyaz sütunlu evler, safkan atlar, veranda- da içilen naneli içkilerin hepsi Sherman'ın ordusuyla, "Georgia'yı kasıp kavuran rüzgârla" birlikte sona ermişti– süpürüp götüren savaşı ifade eder. Oysa siyahi şair *Langston Hughes'un* "A New Wind a Blowin" şiirindeki aynı rüzgâr, özgürlüktür. Büyük ihtimalle aşk acısı çekmiş olan Catullus, bir kadının sevgilisine söylediği sadakatsiz sözcüklerin ancak rüzgâra ve suya yazılabileceğini söylüyordu. Ünlü şarkıcı Bob Dylan, insanlığın yanlışlarının nasıl düzeltileceği sorusunun gizemli cevabının "rüzgârda saklı olduğunu" söyler.

Rüzgâr, nefesin eş anlamlısıdır: Birisinin rüzgârını kesmek mecazi olarak o kişiyi nefessiz bırakmaktır; ikinci bir rüzgâr almak ise –bitkin koşucuların sıkça yaşadıkları bir olaydır– insana güç veren bir enerji patlamasının yaşanmasıdır. "Rüzgâra karşı tükürmeyin" ifadesi yalnızca faydalı bir öğüt değil, aynı zamanda hâkim görüşe karşı çıkanların bunun sıkıntısını yaşayacaklarını belirten bir uyarıdır; İncil'de geçen "Rüzgâr ekenler fırtına biçerler" cümlesi –yorumu açık olsa da– genellikle, bilerek anlaşmazlık çıkaranların sonunda ellerine hiçbir şey geçmeyeceği anlamında kullanılmaktadır.

Ne var ki bazı rüzgârlar tamamen zararlıdır. Biz, bir dağın batı yüzünde yaşıyoruz. Aslında burası küçük bir dağ –Vermont'un Yeşil Dağları ortalama 600 metre yüksekliğe sahiptir– ama rüzgâr burada bile şiddetlidir. Bugüne kadar bir tane depo kulübemizi, üç ağacımızı, oturma odasının üzerindeki bakır çatımızı, en son dev bir yarasa gibi kanat çırparak kuzeye giderken görülen barbekünün vinil kapağını, hasır bir şapkamızı ve aptallık ederek korunmasız ön sundurmada bıraktığımız *New York Ti-*

mes'in Pazar ekinin büyük bir kısmını rüzgâra kaptırdık. Tüm bu anlattıklarım, rüzgârın aslında *yapabilecekleriyle* karşılaştırıldığında, devede kulak kalır.

7 Kasım 1940 tarihinde –o gün, fizik tarihinde kara bir gün olarak yer alır– Washington'un Puget Sound Nehri'nin üzerindeki Tacoma Narrows Köprüsü, saatte 60 kilometre hızla esen rüzgârın etkisiyle sallanmaya başlamıştı. Sallanma, iki saat içerisinde sürekli olarak yükselip dalgalar oluşturmuş, paniğe kapılan sürücüler araçlarını terk edip koşarak güvenli bölgeye geçmişlerdi. Daha sonra şiddetlenerek saatte 70 kilometre hızla esmeye başlayan rüzgâr, çok önemli bir destek kablosunu koparmıştı. Bunun sonucunda 8.5 metre ve üzerinde genişliklerde –tirbuşon benzeri hareketlerle dönen– titreşim dalgaları oluşmuştu. Birkaç dakika sonra köprü yıkılarak nehrin içine gömülmüştü. Bu olay daha sonra “mühendisliğin Pearl Harbor vakası” olarak bilinecekti. Bu olaydan yıllar sonra, fizik öğrencilerine –ben de dâhil olmak üzere– Tacoma felaketinin nedeninin rezonans olduğu öğretilenecekti: Rüzgârın oluşturduğu titreşimlerin frekansı ile köprünün yapısının doğal frekansı eşleşmiş; bu eşleşme sonucunda dalga genişliği çarpıcı biçimde artmış, sonunda köprü parçalara ayrılmıştı. Daha sonraki ve daha doğru hesaplamalar, yıkımının tamamıyla başka bir şeyden kaynaklandığını gösteriyordu. Örneğin von Karman vorteks kopması veya aerodinamik titreşimler. Ancak baş suçlu rüzgârdı.

Rüzgârın ne kadar süratle estiği kesin biçimde anemometre –Yunanca rüzgâr anlamındaki *anemos* kelimesinden türetilmiştir– veya Beaufort Rüzgâr Ölçeği kullanılarak bilgiye dayalı tahminle ölçülür. Beaufort Rüzgâr Ölçeği, 1805 yılında –o zamanlar Kraliyet Donanması tarafından Güney Amerika'nın Rio de la Plata bölgesinin hidrografik haritasını çıkarmakla görevlendirilmiş *Woolwich* gemisinin 30 yaşındaki kaptanı olan– Amiral Sir Francis Beaufort tarafından tasarlanmıştı. Ölçek, Beaufort'un en iyi bildiği şeye –İngiliz firkateynine– dayanarak hazırlanmıştı ve de-

receleri 0'dan (ölüm sessizliği) 12'ye (kasırğa) kadardı. Her bir derece, geminin hızlanan rüzgârdaki hareketlerinin titiz biçimde gözlenmesi sonucu verilmişti. 19. yüzyılın sonunda, yeni keşfedilen Güney Kutbu'nun hiddetli rüzgârlarını da kapsamak üzere, ölçeğin dereceleri 18'e kadar genişletilmişti.

Donanma tarafından resmen 1838 yılında kabul edilen Beaufort Ölçeği, şartlara son derece uydurulabilir, denizdeki gemilere olduğu kadar karadaki insanlara da uygulanabilir olduğunu kanıtlayacaktı. 2 derecedeki Beaufort kuvvetinde esen rüzgâr, ortalama bir fırkateynin yelkenlerini havalandırırken, insanlar bunu saçlarını dalgalandıran ve tenlerini ılıkça yalayıp geçen hafif bir esinti olarak hissederler. 3 ve 4 kuvvetindeki –Beaufort'un deyişiyle ılımlı esinti– rüzgârda bir fırkateyn, yirmi iki yelkeninin tamamı açılmış biçimde saatte beş deniz mili hızla ilerler; karada ise ince dallar ve yapraklar sallanır, yerden toz kalkar ve uçurtmalar daha da yukarıya yükselir. 5 kuvvette dallar çılgınca sallanır ve şemsiyelerimizi açmak için büyük bir mücadele veririz; 6 kuvvette ise –fırtınaya dönüşme yolundaki güçlü esinti– fırkateynin yelkenlerinin bir kısmı indirilir; Meteoroloji Dairesi, küçük deniz araçlarına uyarıda bulunur; insanlar dik yürümekte zorluk çekerler. 6. derece –saatte yaklaşık 48 kilometrelik rüzgâr– biyolojik rüzgâr eşigidir; ona karşı ilerlemeye çalışan insanlar ve hayvanlar, çömelmek, büzülmek veya elleri ile ayakları üzerinde sürünmek zorunda kalırlar.

Rüzgâr, Lyall Watson'un işaret ettiği gibi, yerden ortalama 1.8 metre veya daha fazla yükseklikte olan ve ancak ayakkabılarımızın büyüklüğündeki dar temeller üzerinde dengede duran biz iki ayaklılar için belirsizliklerle dolu bir madde haline gelebilir. Rüzgârın şiddeti yükseklikle birlikte artar, yani daha yüksek yerlerde daha şiddetlidir; diğer taraftan, yere yaklaştıkça şiddeti azalır. Rüzgârın resmi hızı yerden 10 metre yükseklikte ölçülür. Bu, ortalama bir evin çatısının yüksekliğinin biraz üzerindedir; hava durumlarında verilen rakam budur. Evinizin civarındaki kahve

dükkânından çıktığınızda yüzünüze çarpan rüzgârın gücü oldukça azdır. Bacaların çok üzerinden saatte 90 kilometre hızla esen fırtına şiddetindeki bir rüzgârın hızı, ortalama bir insanın baş seviyesine geldiğinde üçte bir oranında –60 km– düşer; diz seviyesine geldiğinde ise artık yalnızca hafif bir esintidir (saatte 10 km). Rüzgâr hızlarının bu tabakalaşması, fırtınalı bir havada dik durmamıza yardımcı olur.

Rüzgâr saatte 7 ila 11 kilometrelik bir hıza ulaştığında –Beaufort ölçeğinde 4. kuvvet– genellikle üşümeye başlarız. Rüzgârın hızı ile ortamdaki havanın sıcaklığı arasındaki ilişkiyi detaylandırılan rüzgâr soğukluk göstergesi, Güney Kutbu’nu keşfeden Paul Siple tarafından geliştirilmişti. Siple meslek yaşamına 1928 yılında, Amerikalı Erkek İzcileri temsil etmek üzere Komutan Richard E. Byrd’in Güney Kutbu keşif amiral gemisi *City of New York*’ta başlamıştı. 1939 yılında mükemmelleştirilen rüzgâr soğukluk göstergesi, rüzgârın hızı arttıkça havanın soğuduğu gözlemine dayanır. Rüzgârın soğukluğu bazı durumlarda tehlikeli olabilir; normalde soğuk ama katlanılabilir sıcaklıklar, rüzgârla birleştiklerinde dondurucu soğuk hâline gelir, bu havaya maruz kalanları da donma tehlikesiyle baş başa bırakır. Rüzgârsız bir havadaki eksi 15 derecelik bir sıcaklık, saatte 16 kilometre hızla esen bir rüzgârla eksi 23 ve 48 kilometre esen rüzgârla eksi 30 dereceye düşer.

Rüzgâr havayı soğutur çünkü üzerimizdeki yalıtkan hava battaniyesini kaldırıp götürür. Sıcakkanlı yaratıklar olan biz memeliler, sürekli olarak vücudumuzun yüzeyinin her bir metrekaresi için her bir saatte 50 kilogram kalori üreten gürültülü biyolojik motorlarızdır. Eğer tamamıyla yalıtılacak olsak, metabolizmamızın bu şekilde işlemesi, birkaç saat içerisinde sıcaktan ölmemiz için yeterli olur. 1964 tarihli *James Bond* filmi *Altın Parmak*’ta sekreter Jill Masterson, altın takıntısı olan kötü niyetli patronu onun bütün bedenini altın boyasına bulayınca ölür. Asla yarılmayan Bond, kadının ölümünü boğulmaya bağlar, ama gerçek

neden aşırı ısınmadır. Tümüyle boyayla kaplanan güzel Jill, kendi vücudunun ürettiği sıcaklık içerisinde ölür.

Boyasız şartlar altında ısı fazlalığımızdan derhal kurtuluruz; işte 37 derecelik normal vücut sıcaklığımızı böyle koruruz. Bunu doğrudan ısıyayım yoluyla –çoğunlukla başlarımızın üzerinden veya iki milyon ter bezimiz aracılığıyla vücudumuzdaki suyun buharlaşması yoluyla– gerçekleştiririz. Her birimiz kişisel bir atmosferik sisle kaplıyızdır. Yaklaşık 4 ila 8 milimetre kalınlığında, sürekli hareket halindeki bu ince hava tabakası, vücudumuzun yüzeyine en yakın hava ısınarak yükselir ve çevremizdeki soğuk havayla yer değiştirir. Rüzgâr bu sıcak tabakayı süratle dağıtır; saatte 7 ila 12 km hızla esen bir esintide 1 milimetre; 50 kilometre süratteki –biyolojik rüzgâr eşiği– bir rüzgârda ise 0.3 milimetre kalınlığına düşer. Rüzgârın yol açtığı yalıtım kaybı, havayla karşılıklı ısı değişim hızımızı artırır; bu da üşümemize neden olur.

Bizleri sıcak tutan şey aşk değil, havadır. Kürk, vücudun yüzeyindeki yalıtıcı hava tabakasını sağlam ve deriye yakın tutarak havayı tutma işlevi gördüğü için işe yarar. Tüyler de aynı işlevi görür. Kuşların soğuk havalarda tüylerini kabartmalarının nedeni, azami miktarda yalıtıcı havayı tutmak istemeleridir. Tüylü oldukları takdirde soğuk iklimlerde çok daha verimli biçimde çalışacak olan insanlar, kendilerini soğuktan giysilerle yalıtırlar. Armani ve Calvin Klein markalı veya Kara Kuvvetleri – Donanma üretim fazlası mağazasındaki giysilerin aslında tek bir amacı vardır: Havayı hapsedmek. Etkili yalıtımın sırrı kat kat giyilen giysilerin, koruyucu havanın birçok katmanını hapsedtikleri tabakalar hâlinde korunma yöntemidir. Bu teknik; parkaları, pantolonları, botları ve eldivenleri kızak çeken köpeklerin kürklerinin yalıtıcı değerine eşit olan Eskimolar tarafından azami boyutta kullanılmaktadır.

Gerektiği gibi yalıtılmış olsak bile, rüzgâr yine de bize sorun çıkartabilir. Yapılan bazı çalışmalar, rüzgârın kan basıncını artırdığını, kronik ağrıları şiddetlendirdiğini, stres hormonlarının

oluşumunu tetiklediğini ve öğrencileri kavgacı ve hiperaktif yaptığını gösteriyor. Rüzgârın sesi bizi tedirgin eder; ürkütücü iniltisinin korku filmleri ve Cadılar Bayramı hayalet hikâyelerinin başlıca unsurlarından biri olmasının nedeni budur. Rüzgâr yeterince uzun süre esecek olursa bizi çıldırtabilir. Rüzgârlı Wyoming eyaletinde 19. yüzyılın ortasında çıkarılan bir yasa, rüzgârın sebep olduğu cinnet anının cinayetlerde hafifletici neden olarak kabul edilmesine hükmediyordu.

Bazı rüzgârlar, psikolojik ve fizyolojik açılardan diğerlerine oranla daha kötüdürler. Gündoğusu rüzgârı, sürekli kötü olan sağlığından bunu sorumlu tutan Voltaire'e göre, beraberinde depresyon ve intiharların sorumlusu "kasvetli melankoliyi" getiriyordu. (Kral Birinci Charles'ın başının Gündoğusu eserken kesildiğini ve Kral İkinci James'in de bir Gündoğusu esnasında tahttan indirildiğini anlatıyordu.) Shakespeare kuzey rüzgârını "gut hastalığı, sara nöbeti, kaşıntı ve sıtma nöbetinden" sorumlu tutuyordu; Theophrastus güney rüzgârını, eklemlerdeki yağın kalınlaşmasına yol açarak, insanları güçten düşürmekle suçluyordu. *Havalar, Rüzgârlar ve Yerler* adlı eseriyle MÖ 4. yüzyılda biyometeoroloji çalışmasını başlatan Hipokrat, her bir rüzgârın hastalık profilini vermişti. Örneğin ılık ve nemli güney rüzgârı baş ağrılarına, sağırılığa, görüş bulanıklığına, uyuşukluğa ve sara hastalığına; soğuk ve kuru kuzey rüzgârı ise öksürüğe, boğaz ağrılarına ve kabızlığa sebep oluyordu.

Kuzey Afrika ve Orta Doğu'daki siroko –çoğunlukla kış ve ilkbahar mevsimlerinde Sahra'dan esen sıcak ve kuru güneydoğu rüzgârı– beraberinde aralarında migren, alerjiler, alınganlık, uykusuzluk, depresyon, mide bulantısı ve bitkinliğin olduğu çok sayıda aksi tesir getirir. Bu kötü rüzgâr çok sayıda bölgesel isimle bilinir: İsrail'de *sharav*, İspanya'da *levante*, Fas'ta *leveche* ve Mısır'da *khamsin* (bu isim, estiği söylenen gün sayısı olan elli sayısının Arapçasıdır) olarak bilinir. Siroko'nun bitki hastalıkları ve akasya salgınları taşıdığı İncil'de de yer alır.

Alp Dağları'ndaki fön rüzgârı –tıpkı Kuzey Amerika Sıradağları ve Kaliforniya'daki Santa Ana Dağı'ndaki şinuk gibi– hareket halindeki bir hava kütesinin bir dağ sırasıyla karşılaşması sonucu oluşan bir rüzgârdır. Dağın zirvesinde nemini kaybeden ve ardından sıcak ve kuru bir dalga halinde yokuş aşağı inen bu rüzgâr, esinti yönündeki sıcaklığı dakikada yaklaşık otuz derece artırır. “Şinuk”, Amerika'nın kuzeybatısındaki Kızılderililerin kullandıkları “kar yiyen” anlamındaki bir terimdir; “fön” ise ateş anlamındadır. Bu kavurucu rüzgâr –dallardaki elmaları pişirecek kadar sıcak olduğu söylenir– orman yangınlarına yol açar ve halka büyük zararlar verir. İnsanlar ağrıyan eklemlerinden, baş ağrılarından, bitkinlikten ve solunum rahatsızlıklarından yakınır; trafik kazaları artar ve suç oranları yükselir. Dedektif romanları yazarı Raymond Chandler, Santa Ana rüzgârlarını şöyle anlatıyor: “Bu rüzgârlar dağın geçitlerinden geçip aşağı gelerek saçınızı kıvrır, sinirlerinizi oynatır ve derinizi kaşındırır. Böyle gecelerde içkili bütün partiler kavgayla son bulur. Uysal kadınlar et bıçağının ucunu hisseder ve kocalarının boyunlarını keserler. Böyle bir havada her şey olabilir.”

Aslında tam anlamıyla korkunç olan rüzgârlar vardır. Empe-dokles, dört elementten oluşan dünya modelini ilk kez ileri sürdüğünde, her bir elementi başlıca tanrılardan birine bağlamıştı. Toprak Hera'nın; ateş Hades'in; su Nestis veya Persefon'un yetki alanındaydı. Hava ise öfkeli fırtına tanrısı Zeus'un kontrolündeydi. Pliny the Elder, havadan sorunun geldiğini yazar: “Bulutlar, gök gürlemeleri, yıldırımlar, dolu, don, yağmur, fırtınalar, hortumlar, insanoğlunun yaşadığı felaketlerin çoğu ve doğanın elementleri arasındaki savaş.”

Havanın yol açtığı felaketlerin en büyükleri, kasırğa olarak bilinen olağanüstü rüzgârlardır. Kasırğa*, adını Maya hava tanrı-

* İngilizcesi *hurricane* kelimesidir. (Çev).

sı Huaracan'dan almıştır. Huaracan'ın sinir krizlerinin, Karayip Adaları'nı her yıl harap eden korkunç fırtınalara yol açtığı söylenirdi. Bu tür rüzgârlar saatte 400 kilometreye varan hızlara ulaşır ve altlarında büzülen yeryüzüne günde yaklaşık 20 milyar ton su boşaltırlar. Bir kasırganın yarattığı etki, aynı anda patlatılan bin tane 20 megatonluk bombanın etkisine eşittir.

Dünyanın hızlı dönüşünce desteklenen kasırgalar, kuzey yarımkürede saat yönünün tersine ve güney yarımkürede saat yönünde dönerler. Hint Okyanusu'nda doğan kasırgalara, Yunanca "daire" anlamındaki siklon adı verilir; Uluslararası Zaman Çizgi'si'nin batısını oluşturan kasırgalar ise Çince "büyük rüzgâr" anlamına gelen tayfun olarak bilinirler. Japon tarihinde tayfun, beklenmedik faydalar getiren kötü bir rüzgârdır. Bu rüzgâr olmasaydı, Japonya 13. yüzyılda büyük ihtimalle Kubilay Han'ın yönetimi altındaki güçlü Moğol İmparatorluğu'nun bir parçası haline gelebilirdi. Kubilay Han, binden fazla gemiden oluşan bir donanma kurarak bu ülkeyi iki kez işgal etmeye çalışmış, ama her ikisinde de donanmasını dağıtıp yok eden hiddetli tayfunlar tarafından engellenmişti. Bu fırtınaların tanrılar tarafından gönderildiğine emin olan Japonlar, bunlara "ilahî rüzgârlar" demeye başlamışlardı. İkinci Dünya Savaşında intihar uçuşlarına katılmaya gönüllü olan genç Japon pilotlar, İlahî Rüzgâr Taarruz Kuvveti –*kamikaze** – olarak biliniyorlardı.

Tornadolar, devasa kasırgaların aksine, orta şiddetli ama küçüktürler. Ortalama bir kasırğa Teksas eyaletinin yarısı büyüklüğündeyken, tornadoların çoğu metrelerle ölçülebilir ve neredeyse tümü çap olarak 1.6 kilometrenin altındadır. Çoğu Ortabatı'nın düzlüklerinde olmak üzere yılda 800'ün üzerinde tornadoya tanıklık eden ABD, bu konuda dünyada ilk sırada yer alır. Teksas'tan başlayıp Oklahoma, Kansas ve Nebraska eyaletlerine kadar uzanan bu bölge genellikle "Tornado Vadisi" takma adıyla anılır.

* Japon rüzgâr tanrısı. (Çev.)

Tornadolar süper hücrelerin, özellikle de güçlü ve uzun süren gök gürültülü fırtınaların ürünüdür. Bu tür gök gürültülü fırtınada, haşın rüzgârların yol açtığı yükselen hava, tırmanırken dönmeye başlayarak bir mezosiklon oluşturur. Dönen mezosiklon hız kazandıkça merkezindeki hava basıncı azalır. İlık ve nemli hava alçak basınç boşluğunu doldurmak üzere derhal harekete geçer ve saatte 320 kilometrenin üzerindeki hızlarla yukarıya doğru çekilir. Yeterince havayla beslenen mezosiklon, sürekli olarak daha da büyüyecek huni şeklinde dönen devasa bir rüzgâr borusuna dönüşür. Mezosiklonun ortasındaki alçak basınç alanı, havanın genişmesine izin vererek soğumasına neden olur. Bu durumda alçak basınç alanındaki su buharı yoğunlaşarak bir bulut oluşturur; işte bu, yeni oluşmakta olan tornadoyu görünür kılar. Bu aşamada, bir kümülonimbüs bulutunun alt kısmından aşağıya doğru –ağız kısmı yere doğru dönük biçimde– sarkan devasa bir trompete benzer.

Bir rivayet, MÖ yaklaşık 6. yüzyıla dayanan bilinen ilk tornado betimlemesinin Eski Ahit'te, Ezekeil Kitabı'nda yer aldığı ileri sürer. Bu çok önemli paragraf (Ezekeil 1:4), “kuzeyden gelen, etrafı büyük bir bulut ve ateşle çevrili, üzerinde parlaklık olan, ortasından kehribar rengi yayılan bir hortumdan” bahseder. Ezekeil'de bahsedilen hortumun içerisinden çıkan ve her birinin dört yüzü ile pirinç renkli buzağı ayakları olan dört kanatlı yaratıkları anlattığı sonraki satırlar, bu gözlemin meteorolojik doğruluğunu biraz sarsmıştır. Josef Blumrich ise *The Spaceships of Ezekeil* adlı kitabında, olayın bir tornadoyu değil, uzaydan gelen ziyaretçileri taşıyan bir uzay gemisini anlattığını iddia ediyor. Romalılar bu konuda biraz daha sağlam bilgiler veriyordu. Pliny the Elder, *Doğa Tarihi*'nde “nesneleri kapıp beraberinde gökyüzüne götüren” bir hortumdan bahseder ve “eğer denizdeyken size böyle bir şey yaklaşırsa, tek çareniz yoluna sirke dökmektir,” der, ancak üzülererek, bunun pek işe yaramayacağını da belirtir.

Rüzgâr, çok fazla olduğunda tam bir katildir. Ders niteliğindeki bir Kuzey Amerika Abenaki efsanesi, hiç rüzgâr olmadığını

da neler yaşandığını anlatır. Gluscabi adında genç bir savaşçı, göl üzerinde ördek avlamak ister, ama rüzgâr yüzünden kanosunu suya indiremez. Sinirlenen Gluscabi, uzaktaki bir dağa gider ve burada rüzgârın kaynağını –zirveye tünemiş devasa bir kartal–bulur. Gluscabi, Rüzgâr Kartalı'nı yakalar, kanatlarını yanlarına bağlar ve onu kayalıkların arasındaki bir yarığa baş aşağı bağlayarak muzaffer bir edayla evine doğru yola koyulur. Ne var ki çok geçmeden genç adamın korkunç bir hata yaptığı anlaşılır. Artık hava sıcak ve durgun; su kirli ve hareketsiz; toprak ise kuru ve çatlamıştır. Dehşete düşen ve aklı başına gelen Gluscabi, hızla dağa giderek Rüzgâr Kartalı'nı serbest bırakır ve eski yerine götürür. Hava yeniden serin ve temizdir, su berraktır ve toprak da yağmur-la yıkanmıştır. Ancak Gluscabi zekice davranarak, kartalla bir anlaşma yapmayı başarır. Kartalı, rüzgârın her zaman esmesi gerekmediğine ikna eder.

Aspiration ve *inspiration** kelimeleri, Latince hava veya nefes anlamına gelen sözcüklerden türemiştir; her ikisi de bizi gökyüzüne yöneltir. Kendimizi geliştirmeye çalışmak, yükselmek için mücadele etmektir; başarmak uçmaktır; başarısız olmak ise yere çakılmaktır. Yükseklerde uçan hayallerimiz vardır; eğer çalışkan ve şanslı isek hayallerimiz bizi çok yükseklere çıkarabilir. Melekler, manevi mükemmelliğe ulaşmış olmalarının bir işareti olarak havada uçarlar; cennet de başımızın çok yukarılarında bir yerdedir. Dante'ye göre insan ırkı yukarıya uçmak üzere doğmuştu; oysa günahkâr yapımız çoğu kez bizi diğer tarafa götürür. Thoreau da böyle düşünmüş ve kehanette bulunurcasına, "Tanrı'ya şükürler olsun ki insanoglu uçup da yeryüzünü mahvettiği gibi gökyüzünü de mahvedemiyor," diye yazmıştı. Yine de efsa-

* İngilizce havayı içe çekme ve nefes alma. (Çev).

nelerimiz ve halk arasında anlatılan hikâyelerimiz uçma hayalleriyle doludur. Uçan atları, uçan halıları ve havada büyümlü biçimde duran adaları hayal ederiz. Periler çiçekten çiçeğe uçarlar; cadılar, süpürge sopalarının üzerinde gökyüzünde neşeyle büyük bir hızla yol alırlar. Tanrıların habercisi Hermes, kanatlı sandaletleriyle uçardı. Gökkuşağı tanrıçası Iris, zafer tanrıçası Nike ve Mısır gökyüzü tanrıçası Nut'un kanatları vardı.

Kartallar, yarasalar, kelebekler ve uçan sincapların hepsi, –ağır kemikleri ve uygunsuz biçimleri olan– insanların her zaman özenmiş oldukları bir kolaylıkla havada ilerlerler. İnsanoglu tarihte ne zaman havaya yükselmeye kalktıysa başına hep bir bela açmıştır. Tam bir ders niteliğindeki uçuş hikâyesi olan Daedalus ve Ikarus mitinde baba ve oğul, balmumuyla tutturulmuş tıylü büyük kanatlar yardımıyla Yunan anakarasına uçarak Kral Minos'un Girit'teki hapishanesinden kaçmaya çalışırlar. Taşkın bir genç olan Icarus, babasının söylediklerine aldırış etmez ve güneşin çok yakınından uçar; balmumu erir, kanatlar dağılır ve Icarus suya düşerek ölür. Dehşete kapılan Daedalus, hüznün içerisinde tek başına kanat çırparak yoluna devam eder.

Aslında baba ile oğlun her ikisinin de suya çakılmış olmaları gerekirdi. Bir insanı kaldırabilecek kadar büyük kanatlar, insanın kollarının bunları hareket ettiremeyeceği kadar ağırdır. Kısaca söylemek gerekirse, anatomik olarak yerden yükselebilecek bir yapıda değiliz. Kuşlar ise aksine uçmak için yaratılmıştır. Kuşların anatomisi, eli sıkı bir mühendisliğin başyapıtıdır. Bütün fazlalıklar atılmıştır. Kuşların idrar torbaları yoktur ve üreme organları –dişi kuşun tek bir yumurtalığının 1500 kat büyüebildiği çiftleşme mevsimi dışında– asgari büyüklüktedir. Ağır kuyruk, dişler, çene kemiği, çeşitli parmak ve bacak kemikleri tamamen ortadan kaldırılmıştır; kafatası ve leğen kemiği gibi çok sayıda kemik ise ekonomik biçimde birleştirilmiş, böylece eklemelerin getirdiği fazladan ağırlık atılmıştı. Memelilerde kemikler daha geniş ve kalındır. Bu sayede yaşamdaki koşma, yürüme ve hoplayıp zıp-

lama gibi etkinliklerin gücünü daha iyi emerler. Yavaş koşu esnasında diz, vücut ağırlığının yedi katı kadar güç emer; bu, gerçekten de dayanıklı bir yapının yapabileceği bir şeydir. Kuşların bizden çok daha az sayıda ekleme sahip olmak için feda ettikleri şey esnekliktir. Bizler yeryüzünden havalanamayız, ama yoga yapabiliriz. Kuşlar, esneklikten yoksun varlıklardır.

Kuşların kemikleri, memelilerin ilik dolu sert kemiklerinin aksine, boş olmalarıyla ünlüdür. İşte bu da, makarna yapıları kadar hafif ve dayanıksız oldukları yönündeki yanlış izlenimi verir. Aslında durum bunun tam tersidir. İçi boş kemikler, çok sayıda ki dâhili orta parça ile kuvvetli biçimde desteklenir ve çoğu kez eşit büyüklükteki bir memelinin kemikleriyle aynı ağırlıktadırlar. Örneğin bir ördeğin iskeleti, tavşaninki ile –ağırlık başka şekilde paylaştırılmış olsa da– neredeyse aynı ağırlıktadır. Bir tavşanın kafatası, havuçları çiğneyen tüm o ağır dişlerle, bir ördeğin kafatasından yaklaşık üç kat daha ağırdır. Öte yandan ördekler, kafalarının hafif olmasıyla birlikte, gerçekten de etkileyici göğüs kemiklerine sahiptirler. Memelilerin göğüs kemikleri düzken, kuşlarınkilerde ise uçmalarını sağlamak için iri göğüs kaslarının üzerine iliştiği büyük ve çıkık bir “omurga” vardır. Bu kaslar, lades kemiğiyle birbirlerine daha sıkı tutturulurlar – Y biçimindeki bu erimiş köprücük kemiği, omurgalı göğüs kemiğinin önünde yer alır. Bu denli ayrıntılı göğüs yapılarının olmasının nedeni, uçuşun çok büyük miktarda kas gücü tüketimi gerektirmesidir. Göğüs kasları ortalama bir insanın vücut ağırlığının yalnızca yüzde birini; ortalama bir kuşta ise ağırlığın yüzde on beşini oluşturur. Çok sayıda göğüs kasına sahip her bir kuş türü, biyolojik olarak geliştirilmiş bir Arnold Schwarzenegger’dir; kuşlar aslında kurdanlar üzerindeki kaslı fıçılardır. Daedalus’un kanat çırpabilecek göğüs gücüne sahip olmasının hiçbir yolu yoktu. Bir insanın, uçmak için gerekli göğüs kaslarını taşıyabilmesi için 1.8 metre uzunluğunda bir göğüs kemiğine ihtiyacı vardır.

Uçmamızı engelleyen unsurlardan biri de ağır işleyen metabolizmamızdır. Kuşların solunum sistemlerine bakacak olursak

gökyüzüne çıkabilmenin gerektirdiği şartları görebiliriz. Ortalama bir memeli, vücut hacminin yaklaşık % 5'ini, ortalama bir kuş ise % 20'sini solunum sistemine ayırır. Bir kuşun ciğerleri, ince duvarlı hava keselerinden oluşan bir sisteme bağlıdır. Bu hava keseleri de karşılığında içi boş kemiklerdeki hava boşluklarıyla bağlantı kurarlar. Bu birbirine bağlı ayrıntılı ağ, oldukça etkin hızda oksijen değiş tokuşunu sağlar ve bu sürece, kuşun kanı kuvvetli biçimde pompalayan kalbi de yardım eder. Kuşların kalpleri bizimkilere oranla dört veya beş kat daha büyüktür –yumruk büyüklüğündeki insan kalbinin bu büyüklüğe ulaşması için kantalu kavunu büyüklüğünde şişmesi gerekir– hareketsizken dakikada 400, uçarkense ise dakikada 1000 kez veya daha fazla çarpar. (Ortalama bir insan kalbi, sahibi hamakta tembel tembel yataırken dakikada yaklaşık 70 kez çarpar; spor salonundaki sıkı bir egzersizden sonra bu rakam iki katına çıkar.) Kuşlar ayrıca bizden daha hızlı nefes alırlar. Pek bir şey yapmazken dakikada aldığımız ortalama 14 ila 25 nefes, hızlı bir koşunun ardından 80 ila 90 arasındaki bir sayıya ulaşır. Kuşlar, yalnızca yemliğin etrafında oyalanırken bile dakikada yaklaşık 40–50; havada iken 450 civarı nefes alırlar.

Uygun bir anatomi ve fizyoloji kuşlara yardım eder, ama uçmayı sağlayan temel unsur, kuşlarda kanadın biçimi tarafından meydana getirilen bir olgu olan yükselmedir. Bir kuş kanadı, bir kesit olarak bakıldığında, kabaca düz bir alt yüzeye ve uzun bir dışbükey üst yüzeye sahip, ön kenarı yuvarlak olan ve arka kısımda bir noktada gittikçe incelen yana eğik bir gözyaşı damlası şeklindedir. Bir kuş kendisini ileri doğru ittiğinde, önündeki hava, kanadın hem üzerinden hem de altından geçerek ayrılır. Kanadın üst yüzeyi alt yüzeyden uzun olduğundan hava, kanadın üzerinden geçmek için daha hızlı hareket etmek zorunda kalır. Hızlı ilerleyen hava, ağır ilerleyen havaya göre daha az hava basıncı yaratır; kanadın altındaki daha yüksek basınç, kuşu havaya kaldırır. Bu son derece önemli etki, 1738 yılında bu olayın düzgün bir

açıklamasını yayınlayan İsviçreli matematikçi Daniel Bernoulli nedeniyle Bernoulli İlkesi olarak bilinir.

Kanatlarınız oldu mu uçmak aldatıcı biçimde kolay görünür. Havanın cazibesinin büyük kısmı buna bağlıdır. Kim bir şeyleri taşırken pek yorulmadan gökyüzünde uçmayı karada güçlkle yol almaya tercih etmez ki? Bazı durumlarda uçmak gerçekten de zahmetsizdir: Akbaba ve albatros gibi 3 metre veya üzerinde kanat genişliklerine sahip çok büyük kuşlar, uygun rüzgâr akımlarında veya yükselen ısılarda hülyalı biçimde uçmayı veya süzülerek gitmeyi tercih ederler. Daha küçük kuşlar ise düzenli olarak kanat çırpır, aslında deyim yerindeyse ustaca dönüşlerle havada kürek çekerek ilerlerler. Havada daha az yer kaplayan daha küçük kanatlar, daha az ağırlık üretirler; böylece genellikle kuş ne kadar küçük olursa kanat çırpma sıklığı da o kadar fazla olur. Ufacık sinekkuşları, havada kalabilmek için bir hızla saniyede 80 kez çılınca kanat çırpırlar. Sinekkuşları aslında süzülemezler –kanatları çok küçüktür– ve yorucu yaşam biçimleri, neden vücut kütlelerinin yüzde otuzunun göğüs kasında olduğunu açıklamaya yeter.

Bir kelebek, saniyede 8 ila 12 kez kanat çırpır, ama böcekler genel olarak çılınca kanat çırpın yaratıklardır. Kanatlarının titreşimi o kadar hızlıdır ki, çırpma hızıyla birlikte şiddeti artan bir vızıltı çıkarır. Bu nedenle yabanarısının (saniyede 130 kanat çırpma) can sıkıcı vızıltısı, acıkmış sivrisineğin (saniyede 600 kanat çırpma) kulağı delen vızıltısından çok zayıftır. Ne var ki böcekler, kanat kuralının şaşırtıcı istisnalarıdır; kanatları tabaka kâğıt kadar düzdür – bu da böceklerin klasik Bernoulli kaldırma kuvveti ilkesine uymadıkları anlamındadır. Böcekler ne uçaklar –genellikle– ne de kuşlar gibi işlerler. Kelebek ve güve benzeri bazı böcekler ise deniz esintisinde yol alan albatros gibi hava akımlarında becerikli biçimde ilerleyerek süzülebilirler; ancak havada uçan böceklerin çoğu, havada kalmak için sürekli kanat çırpma zorundadır. Bazı böcek bilimciler, böceklerin yüzebildikleri kadar uçamadıklarını varsaymaktadırlar. Tatarcık büyüklüğündeki bir

varlık için hava, pekmez küpünde yol alıyormuş gibi güçlkle ilerleyebildiği kalın ve yapışkan bir maddedir.

Çok eski zamanlardan beri ilkel insanlar, tüm bu büyüleyici kanat çırpma, yüksekte uçma ve süzülme olaylarını şüphesiz imrenerek ve tahminler yürüterek izlemişlerdir. Kendilerini gökyüzüne fırlatacak araçlardan yoksun olan ilk insanlar öncelikle vekâleten, el yapımı kanatlar aracılığıyla uçmuşlardı. Bilinen en eski insan yapımı uçan aygıt muhtemelen bumerangdır. Bu isim Avustralya'ya özgüdür, ama bumerangın farklı biçimleri –kavisli üst kısmı ve düz alt kısmı olan iki kollu bir fırlatma çubuğu– MÖ 6000 yıllarında Hindistan, Afrika, Avrupa ve Kuzey Amerika'da kullanılmaktaydı. Öldürme amaçlı fırlatılan bumeranglar, Avrupa'daki mağara resimleri ile Avustralya'daki petrogliflerde tasvir edilmiştir. Amerika'nın güneybatısının yerlileri, bunları ördek ve tavşan avlamak için kullanıyorlardı. Eski Mısırlılar bunları kuş avlamak için kullanmışlardı –Tutankhamon'un mezarında, fildişinden yapılmış son derece şık bir bumerang bulunmuştu– ve eski Yunanlıların *lagolobon*, yani “yaban tavşanı atıcısı” olarak bilinen bumerang benzeri bir silahları vardı.

Her ne kadar Çin uçurtma yapma sanatının bilinen başlangıcı MÖ 4. yüzyıla dayansa da, görünüşe göre MÖ 2600 yıllarında Çin'de ortaya çıkmış olan ipele bağlanmış kanatlar veya uçurtmaların tarihi çok eskidir. Söylendiğine göre inşa edilmesi üç yıl süren bu uçurtmaların ilki, ipek ve bambudan yapılmış bir kartaldı. Uçurtmalar Çin'den, *kami tobi* yani “kâğıttan şahinler” adını alacakları Japonya'ya –bu isim, ilk Japon uçurtmalarının da kuş şeklinde olduklarını gösterir– ve ardından da Güneydoğu Asya ve Endonezya'ya yayılmıştı. Sonunda Pasifik Adaları'na kadar ulaşmışlar ve burada Samoalılar, akıllıca bir hareketle, kanolarını çekmek için bunları kullanmışlardı.

Marko Polo 1282 yılında Çin'e vardığında uçurtmalar, pagodaların kulelerinde çalışan işçilere tuğla ve kiremit taşımak için havada yol alan yük atları olarak kullanılmaktaydı; hatta bazıları,

insanları (Marko Polo'ya göre delileri ve ayyaşları) bile kaldırılabiliyordu. Uçurtma yapımını 7. yüzyılda Budist misyonerlerden öğrenen Japonya'da insanları kaldırılabilen uçurtmaların imal edilmesi, havadan yapılabilecek bir istila korkusu nedeniyle, kesinlikle yasaklanmıştı. Oysa ünlü bir 12. yüzyıl Japon efsanesinde, bir kabile savaşının ardından oğluyla birlikte Hachijo Adası'na sürgüne gönderilen samuray savaşçısı Minamoto-no-Tametomo, devasa bir uçurtma yapar ve oğlu bununla anakaraya kaçır. İnsanı kaldırılabilen uçurtma, pek de gerekli bir bilgi olmasa da, Tokugawa başkumandanlığının 17. yüzyıldaki konutu olan Osaka yakınlarındaki Nagoya Kalesi'nin çatısını süsleyen som altın yunuslara göz dikmiş uyanık bir soyguncu tarafından kullanılmıştı. Soyguncu, yunusların yüzgeçlerini alıp kaçmayı başarmıştı, ama kendisini tutamayıp başarısını övünerek anlatınca yakalanmış ve kızgın yağa atılarak öldürülmüş.

Uçurtma Avrupa'ya ancak 16. yüzyılda, büyük ihtimalle Doğu Hint Adaları ile yapılan ticaret aracılığıyla gelmişti. Anlaşılan Marko Polo'nun uçurtma hakkında yazdıkları pek bir etki yaratmamıştı; Uzak Doğu'dan dönüşünden yaklaşık sekiz yıl sonra, 1300 yılında yayınlanan *Marko Polo'nun Seyahatleri* adlı kitabı, şüpheli bir halk kitlesi tarafından *Il Milione* –Milyonlarca Yalan– olarak adlandırılmıştı. Bu ismin takılmasının, kitapta filleri kapıp kayaların üstüne atan ve ardından da onların ezilmiş kalıntılarını bir çırpıda yiyen canavar kuşların hikâyesi gibi şeylerin yer almasıyla alakası vardı. Ne var ki uçurtma insanlara tanıtıldıktan hemen sonra, özellikle çocuklar arasında, büyük rağbet görmüştü. Isaac Newton öğrenciyken kendi uçurtmasını geceleri fenerleri havaya kaldırmak için kullanıyor, böylece onların kuyruklu yıldız olduklarını sanan komşularını korkutuyordu.

Anlaşılan insan kaldırılabilen uçurtmayı inşa eden ilk Avrupalı, George Pocock adında Bristollu bir İngiliz öğretmendi. Hobi olarak icatlar yapan Pocock, boş zamanında, ele avuca sığmayan erkek öğrencileri yorulmadan cezalandırmak için otomatik bir

dayak makinesi tasarlamıştı. Pockock, 1820'lerin başlarında, 12 yaşındaki kızı Martha'yı devasa bir uçurtmaya asılmış bir koltuğun üzerinde 90 metre yüksekliğe çıkarmayı başarmıştı. Bunun üzerine *char volant*, yani "uçan arabayı" icat etmişti – uçurtma tarafından çekilen hafif bir araç olan bu araba, dört yolcu taşıma kapasitesine sahipti. Aracın resimlerde oldukça komik görünen orijinal hâli, sırasıyla 3 ve 3.7 metre genişliğinde iki uçurtma tarafından hareket ettiriliyordu ve o döneme göre şimşek hızı sayılabilecek saatte 30 kilometre hıza ulaşabiliyordu. Pockock bu aracı bizzat sürerken, Marlborough posta arabasını ve (küstahta) Gloucester Dükü'nün faytonunu geçmeyi başarmıştı. Ayrıca muzaffer bir edayla 1828 yılındaki Ascot yarışlarına katılmıştı; icadının bu yarışlarda Kral V. George'u oldukça etkilemiş olduğu söylenir.

Kuşkusuz uçurtmayı en verimli kullanan kişiler, Indiana'nın Dayton kentinde bir bisiklet dükkânı işleten Wilbur ve Orville Wright kardeşlerdi. Wright kardeşler, ilk havacılık kuramlarını özel tasarlanmış uçurtmalar üzerinde denemişlerdi. *Flyer* soğuk 17 Aralık 1903 sabahında Kuzey Carolina'nın Kitty Hawk şehrinde ilk uçuşunu yapana kadar tasarımlarını mükemmelleştirmişlerdi. Havada toplam on iki saniye kalan araç, 36.5 metre yol almıştı. Havadan ağır motorlu ilk makine başarılı bir şekilde yere inmiş ve insanoglu –Thoreau yaşasaydı dehşete düşerdi– sonunda yakalanması zor hava elementini fethetmişti.

"Güvenli limandan yola çık. Yelkenlerini alizelerle doldur. Araştır. Hayal kur. Keşfet." Bu sözler Mark Twain'e aittir, ama sözlerin içerisindeki istek evrenseldir. Çoğumuz hayatımızda, şu veya bu zamanda, kendimizi rüzgâra bırakıp gitmek istemiştizdir. Hava, tıpkı su gibi, seyahat ve macera elementidir; rüzgârın şarkısı açık yolların şarkısıdır.

Çok sayıda atasözü ve mecazi anlatımın gösterdiği gibi, laf dinlemez rüzgârı kontrol edemeyiz. Ancak bazen, olur da uygun

bir esinti olursa yola çıkabiliriz. Bunu etkin biçimde yapmak için geliştirdiğimiz ilk aygıt, büyük olasılıkla yelkendi. Yelkenli gemiler yaklaşık 5000 yıldır insanoğlunun yaşamında yer almaktadır. MÖ 3000 yılına ait bir Mısır toprak kabının üzerinde yelkenli bir teknenin resmi vardır; Tutankhamon'un mezarında tam donanımlı güzel bir yelkenli gemi modeli bulunmuştu. MÖ 1000 yılı itibariyle Fenikeliler, onu usta bir biçimde kullanarak antik dünyanın en büyük deniz gücü haline gelmişler; Akdeniz'de egemenlik sağlamış, Kuzey Afrika'da Kartaca şehrini kurmuş ve İspanya'ya kadar ticaret limanları inşa etmişlerdi. Fenike gemileri Cebelitarık Boğazı'nı geçmeyi göze alıp Cornwall bölgesinde çıkarılan kalay için İngiliz Adaları'na kadar uzanmışlardı ve MÖ 7. yüzyılda son derece cesur bir Fenike mürettebatı, Firavun 2. Neko'nun himayesi altında, Afrika'nın etrafını dolaşmayı başarmıştı. Yunanlılar da denizci bir millettir. Rüzgâr ve su konularında bilgili birisi olan Odysseus, bir sal yapıp bunu keten bir yelkenle donatarak Kalipso'nun adasından kaçmayı başarmıştı.

Yerkürede yapılan keşiflerin çoğunu rüzgâr yürütmüştü. Polinezyalılar, dokunmuş pandanus yapraklarından yelkenleri olan iki kısımlı uskundra kanolarla, Pasifik Okyanusu'nun 26 milyon kilometrekarelik bölümüne yerleşmişlerdi; Vikingler, üzerinde çizgili yün yelkenler olan uzun gemileriyle, Rusya ve Newfoundland gibi uzak yerlerde koloniler kurmuşlardı. Rüzgârdan güç alarak yol alan yelkenliler, Avrupa'nın keşif (veya toprakları keşfedilenlerin açısından, istila) çağının ayırt edici özelliği idi. Bu yelkenliler Vasco de Gama'yı Hindistan'a; Columbus'u Karayip-ler'e; Cortez'i Meksika'ya; Macellan'ı dünyanın etrafında bir yolculuğa ve sıradışı kâşif Kaptan James Cook'u Tahiti'den Güney Kutbu'na, oradan da Bering Denizi'ne götürmüştü.

Rüzgâr; Portekiz, İspanya, Hollanda, Fransa, İngiltere ve ayrıca en azından 15. yüzyılda kısa bir süreliğine Çin'e dalgalara hükmetme imkânı tanımıştı. Çin donanmasının 1405 ile 1433 yılları arasındaki altın çağında, üç yüzün üzerinde dokuz direkli

devasa yelkenli gemiden oluşan bir hazine filosu, belirli dönemlerde Nanjing'den yola koyuluyor, Güneydoğu Asya'dan Malay Takımadaları, Hindistan, Basra Körfezi ve Afrika'ya kadar otuz yedi ülkeyi ziyaret ediyordu. Filonun komutası hadım, usta bir denizci ve imparatorun güvenilir sırdaşı –ayrıca iki buçuk metre boyunda devasa bir insan olduğu söylenen– Zheng He'deydi. Gemileri toplam 27.000 adam taşıyordu ve yük –porselenler, ipek, altın ve gümüş kaplar, cıva, şemsiyeler ve hasır paspaslar– doluydu. Komutan bu malları, dostane ilişkiler kurmayı umut ettiği barbarlarla ticarete kullanıyordu. Seferler son derece başarılı olmuştu. Temasa geçilen ülkelerin on yedisi daha sonra Çin'e özel elçilerini göndereceklerdi. Zheng He'nin çeşitli yolculukları imparatorun kasalarını inciler, mercan, fildişi, kıymetli taşlar ve ender bulunan tahtalarla doldurmuş, özel hayvanat bahçesine aslanlar, leoparlar, devekuşları, zebra, bir antilop ve bir zürafa (Çinliler bunu yanlışlıkla tek boynuzlu at olarak tanımlamışlardı) katmıştı. Emekli İngiliz donanma subayı Gavin Menzies, tartışmalara yol açan kitabı *1421: The Year the Chinese Discovered America*'da, Zheng He ve muazzam filosunun Avustralya'ya kadar ulaşmış olduğunu, Macellan Boğazı'nı geçtiğini ve Kuzey Amerika'nın batı sahilini keşfettiğini ileri sürüyor. Çin, üzerinde güneşin batmadığı bir imparatorluk kurmak yerine, yelkenlerini indirmişti. Muhafazakâr Konfüçyüsçülüğe dönüş, beraberinde dış dünyadan ayrı yaşamayı getirmişti. Dış dünyanın barbarları, Orta Krallığın seçkin ve kültürlü vatandaşlarına sunacak hiçbir şeyi olmayan kişiler olarak görülüyordu. Sonraki yüzyılın başlarına kadar Çin gemileri ile tersaneleri kasten imha edilmişti. Çinliler bir daha asla yelken açmadılar; rüzgâr ve denizler, Batı'nın daha küçük ve bakımsız gemilerine bırakılmıştı – Batılılar, bu gemilerle yerküreyi sömürgeleştirecek, değiştirecek ve sömürecekti.

Çoğumuzun bugün bulunduğumuz yerde yaşamamızın nedeni rüzgârdır. Örneğin *Mayflower* gemisindeki 102 hacının soyundan gelen milyonlarca Amerikalı, atalarının denize açılmış ol-

malanı nedeniyle Atlas Okyanusu'nun uzak ucunda yaşamaktadır. Ben New England'da yaşıyorum, çünkü Cornwall'da doğan Stephen Bradley ile karısı Elizabeth, 1643 yılının bir sabahında, Yeni Dünya'ya gitmek üzere olan yelkenli gemiye binmişlerdi.

Hava, görünüşteki tüm kırılğanlığına rağmen güçtür; Persler, 6. veya 7. yüzyılda bir tarihte bunu yel değirmenlerinin çalıştırılmasında kullanmışlardı. Bugünkü İran'ın rüzgârlı düzlüklerinde rüzgârla çalıştırılan ilk değirmenler, üzerinde daha çok atlıkarınca veya Noel çanı gibi dönen kanatlı yatay bir çarkın olduğu kare şeklinde alçak kulelerden ibaretti. Çark, değirmen taşına kadar uzanan bir mile bağlanıyordu; değirmen taşı, çevrildiğinde, tahıl tanelerini una dönüştürüyordu – bu çevirme işi, bugüne kadar kadınlar tarafından elle veya eşekler ile yapılmıştı. Yel değirmeni Avrupa'ya 11. yüzyılda gelmişti. Çeşitli kaynaklara göre Haçlılar tarafından Orta Doğu'dan getirilmiş ya da bağımsız olarak icat edilmişti, ancak bazı kaynaklar, bu şerefi Doğu İngiltere'de yaşayan ismi bilinmeyen zeki bir insana verir. Yel değirmeninin Avrupa uyarlaması, Pers modelinin geliştirilmiş bir biçimiydi. Yatay bıçağı yukarı doğru kaldırılan ve üzerinde dört tane dikey yelken bulunan bu model, Hollanda'nın desenli tabakları ile çocukların resim kitaplarındaki sevimli yel değirmenidir. Don Kişot'un İspanya'nın ovalarında savaştığı şey, direkli yel değirmenleri yığından başka bir şey değildi.

Dev kollu dikey yel değirmenleri, daha önceki yatay değirmenlerden üç ila beş kat daha güçlüydü. Bu değirmenler 12. yüzyıl itibariyle o kadar popüler hâle gelmiş, sayıları o kadar çok artmıştı ki, papanın dikkatini çekmiş ve bunları vergilendirmişti. Lyall Watson, günümüzdeki bazı soyadlarının, yel (hatta daha önceleri su) değirmenlerinin her yerde olduklarını gösterdiğine dikkat çekiyor: Miller, Mill, Milne, Milner, Millman* ve benzeri

soy isimlerinin bolluğu, ailelerin atalarının yaptıkları işlerden kaynaklanmaktadır. Bazılarına göre rüzgâr çağının doruk noktası olan 1800'lü yıllara gelindiğinde, Avrupa'da çalışır vaziyette 100.000 yel değirmeni vardı. Almanya'da on sekiz bin, İngiltere ve Hollanda'da ise onar bin değirmen vardı. (Yel değirmeni, ovaları cesurca sulayarak, Orta Çağ Hollanda'sının tarıma elverişli arazi oranını yüzde kırk arttırmıştı.) Değirmenler buğdayı işlemiş, su pompalamış, testere ve damgalama aygıtını çalıştırmış, yağ için zeytinleri ve boya için pigmentleri ezmiş ve kâğıt yapımı için lifleri hamur haline getirmişti. Yel değirmeninin uzun süren altın çağı boyunca rüzgâr, dünyanın en büyük ikinci enerji kaynağıydı – birinci ise odundu. Rüzgâr çağı 700 yıl sürmüştü ve ancak James Watt'ın buhar makinesini icat etmesi ve sanayi devrimi ile birlikte sona ermişti.

Rüzgâr, başlıca bir güç kaynağı olarak, geniş ve nüfus bakımından yoğun olmayan Kuzey Amerika'da varlığını daha uzun süre devam ettirmişti. Ortabatı Amerika'da 19. yüzyılın ikinci yarısında Büyük Düzlekler'in kavrulmuş çiftlikleri ile sığır otlaklarına su pompalayan yaklaşık altı milyon yel değirmeni vardı. Çalışan değirmenin sürekli çıkardığı takırtılar ve gümbürtüler, yüzyılın sonundaki çiftlik yaşamının temel özelliklerinden biriydi. Şiirleri Ortabatı betimlemeleriyle dolu olan Illionisli şair Carl Sandburg, "Yel değirmenlerinin yavaşça dönen kolları kuzeye ve batıya dönüyor / Büyük bir gururla esen rüzgârlarla konuşmak için dönüyor..." diye yazmıştı 1918 yılında; içinde yel değirmeni olmayan çiftlik resimlerinin ortası tuhaf biçimde bomboş görünür.

Amerikan çiftliklerindeki alışıldık yel değirmeni, biçimsiz ve mekanik bir ayçiçeğine benzer. 6 metrelik yapı iskelesinin üzerinde metal kanatlarla kaplı yuvarlak bir pervane vardır. Günümüzdeki yel değirmenleri –daha doğrusu rüzgâr türbinleri– düzgün biçimde ve balistik füzeler gibi tasarlanmış son derece göste-

* Değirmen kelimesinin İngilizce karşılığı mill'dir. (Çev.)

rişli yapılardır. Bunlar büyük sıralar hâlinde bir araya getirildiklerinde –küçük titanyum topakları ekmeniz durumunda filizlenecek türden şeyler olan– parıldayan ileri teknoloji ormanlarına veya George Lucas'ın *Star Wars* serilerindeki ürkütücü ordulara benzerler. 6000 türbinlik gücüyle bu tür rüzgâr çiftliklerinin en büyüğü, San Francisco'nun kuzeydoğusundaki Altamont Geçidi'ndedir. Burada dönen her pervane –kanatları jumbo jetinin kanatları büyüklüğündedir– rüzgâr enerjisini elektriğe dönüştürmek için dönen bir mil ve dinamo kullanır. Altamont türbinleri toplam 550 megavatlık kapasiteye sahiptir ve bu, Kaliforniya'daki 55.000 bin eve elektrik sağlamaya rahatlıkla yetecek bir güçtür.

Bizlere güneş ışığı olarak ulaşan enerjinin yaklaşık % 2'si rüzgâr olarak kinetik enerjiye dönüştürülür. Bu muazzam bir miktarda enerji anlamına gelir. Araştırmacılar, dünyadaki rüzgârların gücünün dünyanın bütün enerji ihtiyaçlarını karşılayabileceğini tahmin etmektedirler. Ne var ki bu güç, onu her istediğimiz yerde ve zamanda bulunmayabilir. Örneğin çoğu rüzgâr, Pasifik Okyanusu veya Güney Kutbu'nun buzulları üzerinde eser. Dolayısıyla fazla rüzgâr enerjisini rüzgârsız dönemlerde kullanmak için depolama yöntemleri geliştirmeliyiz. Dünyadaki rüzgâr çiftlikleri –Almanya, Danimarka, İspanya, Hindistan ve ABD'de toplanmışlardır– toplam 14.000 megavat kapasiteye sahiptir. Gelecek için hâlâ umut var. Birkaç teknolojik sorun ortadan kaldırıldı mı, dünya yoluna havayla devam edebilir.

“Hava yemek” Shakespeare'e göre açlığın eş anlamlısıydı; ancak yaşamdaki canlıların bazıları, tam anlamıyla, havayla beslenirler. 1950'lerde biyolog Lawrence Swan –Hindistan'ın Darjeeling kentinde doğup büyümüş ve yaşamı boyunca Himalaya Dağları'nın büyük bir hayranı olmuştu– kar sınırının üzerindeki yaşamla ilgilenmeye başlamıştı. O tarihe kadarki bilimsel dogma,

böyle bir şeyin olmadığını ileri sürmüştü: Kar sınırı, Alp Dağları'nın veya kutup bölgesinin en üst sınırını işaretler. Bu sınırların ötesindeki sıcaklıklar donma derecesinin üzerine asla çıkmaz, kar asla erimez ve bütün bitki yaşamı –liken bitkilerinin en dayanıklıları bile– yok olur. Ancak Swan karda yaşayan, küçük ama gayretli bir topluluk tespit etmişti: Ufacık kıkuyruk, baharkuyruğu ve Everest Dağı'nın 6600 metre yükseklerinde bulunarak yeryüzünde en yüksek yerde sürekli kalan canlılar unvanını alan sıçrayan örümcekler. Swan, bu canlıların, besinlerini havadan temin ettiklerini keşfetmişti. Rüzgârın yükselişleri, beraberinde deniz yosunları ve böceklerden oluşan yükler getiriyor, bunları da aşağıda bekleyen kalabalığın üzerine –tıpkı ikinci Dünya Savaşı sonrasında müttefik pilotlarının Berlin'deki aç çocuklara çikolata kutuları atmaları gibi– atıyordu. Swan ayrıca daha önce hiç bilinmeyen bir ekosistem keşfetmiş ve buna, Yunan rüzgâr tanrısı Aelos'un onuruna, *aeolian* canlı topluluğu adını vermişti.

Hava yalnızca bir kafeterya değildir; gezegenimizin yaşam biçimlerinin çoğu için de bir seks makinesidir. Doğrusu bazı mitolojilerde hava kuvvetli bir cinsel saldırgandır. Bir Endonezya efsanesi, insanoğlunun gökyüzündeki bir kadının soyundan geldiğini anlatır. Bu kadın, dev bir palmye ağacı yoluyla dünyaya iner ve burada uykusundayken güney rüzgârı tarafından hamile bırakılır. Kuzey rüzgârı Boreas'ın da Troya Kralı Erichthonius'un kısıraklarını hamile bıraktığı söylenir. Henry Wadsworth Longfellow'un uzun şiirinde ölümsüzleştirilen Algonquin kabilesinin kahramanı Hiawatha'nın babası –daha sonra Hiawatha'nın annesini terk ederek kadının ölümüne yol açan acımasız bir yaratık olan– batı rüzgârıydı. Eski Mısırlılar, hiç erkek akbaba olmadığını iddia ederek, dişilerin rüzgâr tarafından hamile bırakıldıklarına inanıyorlardı.

Modern biyoloji, rüzgârı doğaüstü bir hamile bırakma mekanizmasından tekdüze bir taşıma biçimine indirger. Bitkiler, ayrı cins çiçeklerle çiftleşme şanslarını en yüksek noktaya çıkarmak

için polenlerini saçmak zorundadırlar; bunu yapmanın en kolay yolu ise polenlerini esintiye bırakmaktır. Bu tür “rüzgâr seven” bitkiler –saman nezlesi çekenlerin baş düşmanları– gezegenin her bir metrekaresini yılda 100 milyon polen tanesiyle kaplar. Bunlar çoğunlukla yılın iki döneminde yoğunlaşırlar: ılıman orman ağaçlarının çiçek açtığı baharda ve otsu bitkilerin tohum yapmaya hazırlandıkları yaz ortasında. Bitkilerin yalnızca % 10’u rüzgâr tarafından tozlaştırılır, ama üretkenlik açısından konuşacak olursak, yeryüzündeki toplam bitki nüfusunun % 90’ından fazlasını oluşturan bu bitkiler son derece başarılıydılar. Örneğin rüzgâr seven bitkilerin arasında buğday, pirinç, arpa, yulaf, çavdar ve mısır gibi başlıca hububatlar da olmak üzere, dünyadaki bütün otlar vardır. Dünyadaki tarıma elverişli arazilerin % 70’inden fazlasında hububat ekilidir ve buralardan yılda 1.8 milyar ton ürün elde edilir. Bunlar, besin enerjimizin yarısından fazlasını ve evcil çiftlik hayvanlarının yemlerinin çoğunu karşılarlar. Aslında bizleri rüzgâr besler, çünkü rüzgârı seven bitkiler olmasa dünya tehlikeli boyutta açlığa mahkûm olur. Bugün Sahra altı Afrika’da milyonlarca insanın yaşamını tehdit eden kıtlıklar, sürekli kuraklığın ve bununla birlikte yetersiz mahsulün sonucudur. John Christopher’un bilimkurgu romanı *No Blade of Grass*, bu ürkütücü senaryoyu bir adım daha öteye götürerek, bütün bitkilerin gizemli ve öldürücü bir hastalığa tutulmuş olduğu bir dünyayı anlatır. Bunun sonucunda küresel kıtlık baş gösterir ve sosyal düzen tamamen çöker. Sağ kurtulan birkaç kişi siperlerin arkasına saklanır ve patates ekmeye hazırlanır.

Polenin seyahat etmesinin nedeni, yetişkin çocukların kendilerine ait bir ev için yaygara koparmalarına benzer: Kendisine yeni bir yurt edinmek, genetik değişiklik yapmak ve –yaratıcı cinsel karışım ile eşleşme yoluyla– evrim sürecini ilerletmek. Charles Darwin, “Doğa, sürekli öz döllenen nefret eder,” diyor. Ayrı cinslerin çiftleşmesi, türler için daha güçlü bir hayatta kalma aracı, yeni genler üreten genetik bir yeniden karmadır. Ayrıca nü-

fus çeşitlerini arttırarak geniş spektrumlu dış seçim baskılarının üstesinden gelme yeteneğini güçlendirir. Tüm bunların sonucunda, rüzgârı seven bitkiler olağanüstü miktarlarda polen üretirler. Huş ağacının tek bir tomurcuğu, beş milyonun üzerinde polen tanesi verir; sıradan bir mısır püskülü ise 2 ila 5 milyon tane üretir ve bu da mısır ekili her hektarda toplam 300 kilogram polen olduğu anlamına gelir. Rüzgârın küçük bir hareketi, hafif polen tanelerini yalnızca birkaç dakika içerisinde bir kilometre öteye götürebilir. Oysa rüzgârla birlikte havalanan polen, kendisine eş bulmak için yüzlerce kilometre yol alabilir. Örneğin çam ve köknar polenleri, saçıldıkları ağaçlardan 1200 kilometre ötede bulunmuşlardır.

Türün hayatta kalma şansının en yüksek noktaya çıkarılması için sporlar ile tohumlar benzer şekilde dağılmalıdır; bunların çoğu hava yoluyla ilerler. Mantarsı sporlar –bakterilerden tam yirmi beş kat büyüktürler– yerkürenin etrafındaki hava akımlarında yol alabilirler. Mantarlar, şapkalı mantarlar ve kurtmantarları, çok büyük miktarlarda ürettikleri sporların dağıtımı için havaya ihtiyaç duyarlar. Örneğin ortalama büyüklükteki yenilebilir bir mantar, saatte 100 milyon tane saçarak yaklaşık 16 milyar spor üretir; futbol topu büyüklüğündeki dev kurtmantarı (*Lycoperdon giganteum*), yağmur damlaları çarptığında veya meraklı bir yürüyüşçü tarafından sarsıldığında 7 trilyon spor püskürtür. (Rüzgâra bağımlı olmayan tek mantarsı, sporları hayvanlar tarafından yayılan yermantarıdır. Kuzey Amerika’da bu iş genellikle sincaplar, Avustralya’da ise keseli porsuklar ve fareler tarafından yürütülür.)

Koruyucu bir örtü ve çoğu durumda besin rezervi işlevi göreyerek gören tek bir bitki embriyosundan oluşan tohumlar, sporlardan daha büyük ve karmaşıktırlar. Orkideler tarafından üretilen en küçükleri ise ancak talk pudrası büyüklüğündedir. Bunlar, büyüklükleri sayesinde, sporlarla aynı hızla ilerleme potansiyeline sahiptirler. Daha büyük tohumlar, ait oldukları ağacın toprağına

ağır biçimde dūřmelerini önlemek için, rüzgârı yakalamalarını sağlayan bir dizi aerodinamik özelliğe sahiptirler: Parařüt, pervane ve kanatların botanik biçimleri. Örneđin her yerde bulunan karahindibanın (*Taraxacum officinale*) tohumlarının her biri, büyük bir zarafetle topaklanmış tüylerden ibaret şemsiye benzeri baş kısmında yer alır; bunlar, rüzgâr tarafından uğurulduklarında, 10 ila 200 kilometre arasında yol alır, daha sonra yumuşak bir şekilde yere inerek bir başka karahindibaya filiz verirler. Büyük su kamışları veya hasırotu tohumları (*Typha latifolia*), rüzgâra ipeksi bir pamuk topağı hâlinde kapılırlar. Yarım hektarlık bir bataklık, bu tür tohumlardan bir trilyona yakın üretir ve gökyüzüne dağılan bu tohumlar, yorulmak bilmez seyyahlar olarak havanın Macellanlarıdır. Rüzgârla taşınan büyük su kamışları ve devedikenleri, en yakın anakaradan sırasıyla 1600 ve 2800 kilometre uzaklıktaki St. Helena ve Tristan da Cunha gibi adalarda yetişirler.

Bazı tohumlar süzölmelerini, kanat çırpımlarına veya ufacık helikopterler gibi dönmelerini sağlayan zarımsı sert kanatlar çıkarırlar. Dönen tohumlara –genellikle tek kanatlı tohumlara– samara denir. Ancak akçağağaçlar (*Aceracea*), iki kanatlı tohumların tabanda birleştiği çift samaraya sahiptirler. Süzölenlerin temel özelliği ise sahip oldukları bir çift yana doğru açılan düz kanattır ve bu kanatlar daha çok oyuncak uçaklara benzerler. Bu türün en dikkate değer örneği, 13 santimetre genişliğinde inci renkli bir çift yarı saydam kanadı olan, Asya'nın tropikal bölgelerine özgü bir sukabağının (*Alsomitra macrocarpa*) tohumlarıdır. Havadan savrulan tohumların bazıları, tamamen ince bir yuvarlak kanatla çevrilmiştir. Bunların arasında Arjantin'de yetişen jakaranda ağacı (*Jacaranda mimosifolia*), Çin'deki sumak veya cennet ağacı (*Ailanthus altissima*), katalpa (*Catalpa speciosa*) ve karaağaç familyasına ait ağaçlar (*Ulmaceae*) vardır.

Bazı bitkiler –en ünlüsü Amerika'nın batısındaki horozibiği– ise tamamıyla rüzgâr tarafından taşınır. Rusya'nın düzlüklerine veya Sibirya steplerine özgü bir bitki olan horozibiği veya Rus de-

vedikeni (*Salsola kali* veya *tragus*), Kuzey Amerika'ya 19. yüzyılın sonunda gelmişti. Dikenli sivri uçlu yaprakları vardır –ismi bundan dolayı 'devedikeni'dir– ve neredeyse yuvarlak bir çalı olarak büyür. Bu bitki kurduğunda köklerinden ayrılır ve 20.000 ila 50.000 tohumunu saçarak rüzgârla birlikte hızla geçip gider.

Elbette bütün bitkiler rüzgâr tarafından döllenmezler; birçoğu hayvanlar tarafından döllenir. Örneğin manolya ve nilüfer, kınkanatlı böcekler tarafından; elma ve çuhaçiçeği, arılar tarafından; geceleri açan sarı papatya, güveler tarafından; baobap ağaçları ve atlas kaktüsü ise yarasalar tarafından döllenir. Kelebekler, mine ve gülhatmi çiçeklerini; sinekkuşları ise küpeçiçeği ile boru çiçeğini döller. Aspidistraları döleyen hayvanlar salyangozlardır; bozulmuş et kokan denizyıldızı şeklindeki Afrika leş kaktüsleri, sinekler tarafından döllenir. Bu tür bitkiler, rüzgârı seven mütevazı kuzenlerinin aksine, kendilerini döleyecek hayvanların dikkatini çekecek şekilde özel tasarlanmış büyük ve parlak renkli çiçeklere sahiptirler. Birçoğu ilgiyi arttırmak için şeker dolu nektarlar üretirler; bazıları ise keskin ve baştan çıkarıcı kokular yayarlar. Kısacası, bu bitkiler bile havaya bağımlıdır.

Dört elementin içerisinde hava, duylara en çok hizmet edendir. Kokuyu sağlayan şey havadır. Bir gülün veya sıçanın kokusunu almak, balığın tazeliğini anlamak veya öldürücü biçimde sızan gazı fark etmek için havaya ihtiyacımız vardır. Kokuların etirgen unsurları, yayılım yoluyla hareket eden uçucu küçük moleküllerdir. Dengeye ulaşılan kadar, yüksek yoğunlaşma alanlarından alçak yoğunlaşma alanlarına sızarlar. Dengeye ulaştıkları anda odanın her yeri vadideki zambağın güzel kokusu veya çürüten patatesin pis kokusuyla kaplanır. Bunların her biri, jet uçakları kadar hızlı biçimde, saatte 1800 kilometrenin üzerinde hızlarla ilerler. Böyle hızlarda –teoride moleküller ortalama bir otur-

ma odasını saniyeden daha kısa sürelerde kat ederler– kokuları kaynaktan, koklayan kişiye neredeyse anında taşırlar. Oysa uygulamada kokular, nispeten yavaş biçimde yol alırlar. Bu, sıradan uçucu molekülün havada ilerlerken geçtiği karmaşık yola bağlıdır. Hava, daha önce bahsettiğimiz gibi, hiç de boş değildir. Aksine, insanın burun seviyesindeki hava moleküllerle dolu olduğu için, kokuyu taşıyan parçacık o kalabalığın içerisinde moleküler komşularıyla sürekli çarpışarak ve onları iterek kendisine yol açmak zorunda kalır. Sonuç, üç boyutlu çılgın bir bilardo oyunudur: Oda sıcaklığındaki tipik bir gaz molekülü, saniyede yaklaşık bir milyon çarpışma yaşar. Her çarpışma, tarafların farklı bir yöne –yukarı, aşağı, yana, ileriye, geriye– sekmesine neden olur. Uçucu moleküller bu yüzden dümdüz değil, karmaşık ve bükümlü hatlar üzerinde yolculuk ederler ve fizikçiler bu kullanışsız yolu “gelişigüzel yürüyüş” olarak tanımlarlar.

Dolanarak ilerleyen molekül, alıcı burna ulaşır ulaşmaz, olağan nefes alma hızıyla –saatte yaklaşık 11 kilometre hızla– burun deliklerinden içeri girer. Burnun içerisinde dağılan bu koku molekülleri, burun boşluklarına ve yaklaşık göz hizasına kadar kafatasının derinliklerine girer ve olfaktör (koku) epitelyumunu oluşturan sarımsı doku parçalarıyla temas kurar. Bir hayvanın koku alma duyusu ne kadar gelişmişse, bu parçalar da o kadar büyük olur. Bizim olfaktör parçalarımız ise başparmak tırnağı büyüklüğündedir ve her birinin üzerinde yaklaşık 5 milyon olfaktör nöron veya alıcı hücre vardır. (Kat kat şeklindeki olfaktör epitelyumları yaklaşık olarak standart bir mektup zarfı boyunda olan köpeklerde ise bunlardan 200 milyonun üzerinde vardır.) Alıcı ile koku molekülü karşılaştığında, beynin tabanındaki erik büyüklüğündeki koku alma merkezine, olfaktör sinirler aracılığıyla bilgi verici elektrik sinyali gönderilir. Bu da karşılığında, beynin duyguları yöneten limbik sistemi ve sinyalin, örneğin sarımsağın kokusunu tanımamızı sağlayarak hafıza depolama yığınlarıyla eşleştiği bilgilerle yüklü beyin korteksi ile temas kurar.

Hava, tam bir koku ansiklopedisidir. Koku veren yüz binlerce molekül vardır. Bu kokular, algısal veya kimyasal benzerliklere dayanan sınırlı sayıda kategoriye ayrılmışlardır. Kokuların cinslerine göre tasnifini yapan ilk kişilerden biri, saplantı derecesinde düzenli Carl Linnaeus'tu. Linnaeus'un 1752 yılında yayınlanan *Odores Medicamentorum*'u, kokunun güzelden kötüye kadar yedi temel çeşidini tanımlamıştı. Linnaeus'a göre güzel koku çiçekler demektir: *Fragrantes* kategorisi yasemin, safran ve ihlamur benzeri hoş kokuları içerir. Eşit ölçüde hoş olan *Ambrosiacos* kategorisinde ise buram buram kokan sardunya, adaçayı, nane ve misk vardır. Baharat kokularından oluşan *Aromaticos* kategorisinde büyükannemizin mutfakta kullandığı tarçın, ağaçkavunu, anason ve karanfil gibi baharatlar vardır. Öte yandan Linnaeus'un *Tetros* –kötü koku– kategorisi tahtakurusu, kadife çiçeği, domates ve haşhaş kokularını aynı sınıfa koyması nedeniyle tartışmalara oldukça açıktır. Oysa *Nauseosos* (dışkı ve bozulmuş balık), *Alliaceos* (soğan ve sarımsak) ve *Hircinos* (ter, idrar ve ekşimiş peynir) için verdiği örneklere pek karşı çıkan olmaz.

Ne var ki birçok kokunun –örneğin turşu suyu, topak haline getirilmiş mukavva veya yeni bir arabanın döşemesinin kokularının– sınıflandırılması zor veya kısaca imkânsızdır; üstelik kokunun değişken ve öznel bir duyu olduğu ortaya çıkmıştır. Bazıları tarafından güzel olarak algılanan kokular, başkaları için tamamen berbat olabilir. Örneğin insanlar benzinin kokusu hakkında farklı düşüncüler; kokarcanın zehirleyici kokusunu bile beğenenler vardır. Kokular hakkındaki yargılar bir ölçüye kadar kültürlere bağlıdır. Etiyopya'nın sığır yetiştiriciliğiyle uğraşan Dassenetch kabilesinin insanları, kafalarına inek pisliği sararlar; Mali'nin Dogon kabilesi ise soğan kokusunu sever. Koku aynı zamanda son derece kişisel bir şeydir çünkü beynin limbik sistemi ile kurduğu kişisel bağlantı sayesinde, insanın hafızasında zorlayıcı bir rol oynar.

Hava, içinde barındırdığı çok sayıda koku ile bizler için tam bir duyusal defterdir. Limbik sistem, beynin duygusal merkezi,

öfke, korku, saldırganlık ve şehvet benzeri duyguların yöneticisidir. Bu sistem ayrıca “eski memeli beyni” olarak bilinir, çünkü memelilerin evriminde akılcı beyin korteksini edinmemizden çok önce ortaya çıkmıştı ve bazen ‘koku beyni’ olarak da adlandırılır. Koku ile duygunun bileşimi, hafızayı harekete geçiren güçlü bir unsurdur. Bu ikisi bir araya gelerek olayları silinmeyecek biçimde beynin uzun süreli belleğine işlerler. Örneğin Marcel Proust, on beş ciltlik otobiyografik romanı *Çiçek Açmış Genç Kızların Gölgesinde’yi* ihlamur çayının kokusundan ilham alarak yazdığını söylüyordu. Kokunun hatıraları canlandırma yeteneği, bazen Proust etkisi olarak bilinir. *Swann’s Way* adlı filmin ünlü bir sahnesinde, başrol oyuncusu şekerli çöreğini ihlamur çayı fincanına batırır. Bu özel koku onu derhal, çocukluğunu geçirdiği küçük Fransız kasabası Combray’a götürür. Huysuz Ebenezer Scrooge bile bu kokunun nostaljik etkisine karşı savunmasızdı. “Havada yüzüp duran bin tane kokunun farkındaydı,” diye yazıyor Charles Dickens *A Christmas Carol*’da. “Kokuların her biri, çok çok önce unutulmuş bin tane düşünce, umut, sevinç ve dertle bağlantılıdır.” Dickens’ın kendisi de beyaz tutkalın kokusundan etkilenmişti. Bu koku Dickens’a, yoksullukla geçen gençliğinin sefil bir döneminde çalıştığı ayakkabı boyası fabrikasının canlı hatıralarını anımsatıyordu.

Hava estetik bir deneyimdir. İnsanlar, havada dolaşan yaklaşık 10.000 algılanabilir kokuyu seçerek, ayırt ederek ve farkına vararak zengin bir koku alma yaşamı sürerler. Bazı kokular –örneğin dışkı veya bozulmuş et– neredeyse evrensel olarak berbat kabul edilseler de, diğerleri hoştur. İlk insanlar çiçekler, meyveler ve kızartılmış mastodonun çekici kokularından büyük keyif almışlardı. Sonunda içlerinden birisi, aile ateşine atılan bazı odunların güzel kokulu dumanlar çıkardığını keşfetmiş olmalıy-

dı. İlk parfüm –Latince “dumanın içinden” anlamındaki *per fumus*– tütsüydü. Aromatik otlar ile reçinelerin bilinçli olarak yakılmaları, en azından antik Mezopotamya’ya kadar uzanır. *Gilgamiş Destanı*’nda destana adını veren kişi –Uruk Kralı Gilgamiş–tanrıların öfkelerini yatıştırmak için adak olarak erz ve laden reçinesi yakar. Parfüme karşı ilk tutkumuz, buhur ve laden reçinesini, antik dünyanın Mısır firavunları ve Roma imparatorları tarafından istenen, büyük Kudüs Tapınağı’nda yakılan en değerli ticaret ürünleri hâline getirmişti.

MÖ 15. yüzyılda Mısır Kraliçesi Hatshepsut, güzel kokulu buhuru, laden reçinesini ve tarçın ağaçlarını bulmak üzere uzakdaki Punt bölgesine (bugünkü Somali) muazzam bir sefer düzenlemişti. Beraberinde götürdüğü –mezarının duvarlarında tasvir edilen– beş kocaman mavna sakızlar ve reçineler, saksı içerisindeki tütsü ağaçları, fildişi, abanoz, maymun ve panter derileriyle dolu olarak dönmüştü. Her ikisi de bodur olan, çalılarla kaplı ve kesinlikle bitki izlenimi vermeyen frankincense (*Boswellia sacra*) ve mür ağacı (*Commiphora myrrha*), Arap Yarımadası’nın bugünkü Umman, Yemen ve Somali’ye kadar uzanan dağlık bir bölgesi olan Dhofar’da yetişir. Bunların reçineleri, kabuklarının yarılması ve havayla temas etmeleri üzerine katılaşıp şekerimsi altın “damlalara” dönüşen güzel kokulu damlalarının toplanmasıyla elde edilir. Antik dünyada, keçi derisinden çuvallara konulan “damlalar”, deve kervanlarıyla kuzeye, Akdeniz limanlarına taşınıyor veya gemilere yüklenerek Kızıldeniz üzerinden Mısır’a gönderiliyordu. Buhur damlaları, Arap tüccarlara yılda yaklaşık 85 ton gümüş para kazandırıyor. Efsanevi Kayıp Ubar Kenti, zenginliğini buhur ticaretine borçluydu. Kral Süleyman’la buluşmak üzere Kudüs’e giden hediyelere boğulmuş Saba Kraliçesi buhur baronuydu. Koku büyük bir iş koluydu: Koku ticareti o kadar kârlıydı ki, mal sahipleri ağaçların yerlerini saklayarak ve ağaçlıkların kanatlı yılanlar tarafından korundukları şeklinde söylentiler yayarak ellerindeki işi korumaya çalışmışlardı. İs-

kenderiye limanında buhur işlemede çalışan kişilerin üzerleri aranırdı.

Koku toplumsal bir duyudur. Güzel koku çekicidir, antik dünyada bile gözde olmak isteyen kişiler kötü kokmaktan korkarlardı. Yağlarla karıştırılan reçineler ve baharatlar, merhem ve vücudun güzel kokması için sürülen lüks kremler olarak kullanılıyordu. Tutankhamon'un mezarında bulunan yağ içindeki bir buhur kavanozu, kapağı açıldığında hafif bir güzel koku yayarak genç kralın nasıl koktuğu hakkında arkeologlara ipucu vermişti. Sokrates, parfüm kullanımının (ter kokan) köleler ile (ter kokmayan) özgür insanlar arasındaki apaçık farkı bulanıklaştıracağını belirterek kişisel olarak kullanılan parfümlere karşı çıkmıştı. Muhtemelen *tamamı* ter kokan Spartalılar ise parfümü kadınlara özgü bir şey saymış ve yasaklamışlardı. Pliny, parfümleri "bütün lüks eşyaların en anlamsız" olarak görüyordu. (Parfümlerin, kirlilerinin kokusunu bastırmak için kendilerini bu maddelere boğan Perslerin alametifarikası olduğunu söylüyordu.) Romalıların çoğu parfümleri o kadar seviyorlardı ki, yalnızca kendilerine değil, köpeklerine, atlarına, kölelerine, banyo fayanslarına, perdelerine, elbiselerine ve kırlentlerine sürüyorlardı. Romalı gladyatörler, dövüşmeye başlamadan önce vücutlarına parfüm sürerlerdi. (Vârisinize asla parfüm veya şarap bırakmayı düşünmeyin," der bir Latin atasözü. "Bunları kendiniz kullanın ve ona ancak paranızı miras bırakın.") Roma, birinci yüzyıl itibariyle yılda 2800 ton buhur ve 550 ton laden reçinesi ithal ediyordu; Romalıların kullandıkları sevgi sözcüklerinin arasında, bugünkü "tatlım" veya "şekerim" ifadeleri gibi kullanılan "tarçınım" ve "benim küçük mür* ağacım" benzeri ifadeler vardı.

Kadınların koku alma duyularının erkeklerinkine göre daha hassas olduğu söylenir; ayrıca kadınların kakosmi rahatsızlığına -hoş olmayan kokulara karşı aşırı tahammülsüzlük veya etrafta

* Laden reçinesinin elde edildiği ağaç.

kokulu olmadığı halde kötü kokular duyma hastalığı– yakalanma olasılıkları daha yüksektir. Burnunun keskinliğini yalnızca dilinin sivriliğinin geçtiği söylenen İngiltere Kraliçesi I. Elizabeth de muhtemelen bu hastalığın kurbanlarından biri olmuştu. Kraliçe, 16. yüzyılın çoğunlukla zehirli olan kokularıyla başa çıkmak için sürekli olarak gül suyu dolu bir parfüm muskası takıyor, yanında elma, küçük hindistancevizi, karanfil, sarısabır ve esmeramber şişeleri taşıyor, üzerine lavanta serpilmiş çarşaflarda uyuyor ve parfüm sıkılmış gecelikler, pelerinler ve eldivenler giyiyordu. Yaşadığı her yere ve sarayında çalışan herkese parfüm sürülmesini emretmişti; Sir Walter Raleigh, kraliçeyi memnun etmek için çilek kolonyası sürünmek zorunda kalmıştı.

Parfümler yalnızca güzel olmakla kalmazlar; bazı kokuların kendimizi iyi hissetmemizi sağladıkları yönünde kanıtlar vardır. Kokunun insanın ruhu üzerindeki etkilerinden faydalanmaya çalışan aroma terapisinin temeli budur. Bu ismi 1920'lerde Fransız kimyacı Rene-Maurice Gattefosse koymuştu. Gattefosse, bir laboratuvar kazasında elini yakınca, yanan yeri nasıl olduysa orada bulunan lavanta yağı dolu çanağa batırarak acısını dindirir. Lavantanın acıyı hafifletici etkisi, bitki yağlarının iyileştirici etkilerini ilerletmesi ve konuyla ilgili, bugün hâlâ yayında olan, *Aromatherapy* adlı kitabı yayınlaması konusunda ona ilham vermişti. Ne var ki bu fikir hiç de yeni değildi. Kokuların psikolojik ve fizyolojik etkilerini fark eden ilk kişinin antik Yunanlı Doktor Marestheus olduğu söylenir. Marestheus, belirli tür çiçeklerden yapılmış taçların takılmasının insanları neşelendirdiğini, bazılarının ise karamsarlık ve hüzün verdiğini gözlemlemişti. Hipokrat ise kokulu banyonun sağlığa faydalarını coşkuyla anlatıyordu.

Paul Jellinek, *The Psychological Basis of Perfumery* adlı eserinde kokuları, onları soluyan kişiler üzerinde yarattıkları davranışsal etkilere göre dört gruba ayırır. Afrodizyak etkili kokular–başlıca örneği misktir– cinsel uyarıcılardır; çiçek kokuları ve balsam benzeri narkotik-mest edici kokular rahatlatıcıdır; nane,

turunçgiller, kâfur gibi ferahlatıcı kokular canlılık verir; birçok tohum, ağaç veya kökün baharatlı ya da keskin kokusu zihin açar. Bu yüzden ateşli bir buluşma için misk, uykusuzluk için yasemin, direksiyon başında uykusu gelenler için nane veya limon, sınavdan önce adaçayı veya tarçın birebirdir. Yapılan bazı çalışmalar, baharatlarla karıştırılmış elma kokusunun kan basıncını düşürdüğünü ve panik atakların önüne geçtiğini, bir tutam lavantanın uyanık kalmakta faydası olduğu ve nane koklamanın konsantrasyonu arttırdığını göstermiştir. Ancak ölçülen fizyolojik etkiler genelde kısıtlıdır; çeşitli kokuların etkileri hakkında öne sürülenler çoğu kez çelişkilidir. Örneğin Chicago'daki Koku ve Tat Araştırma Kuruluşu tarafından yapılan bir çalışma balkabağı turtası, tarçınlı çörek, meyan kökü, yağda kızartılmış şekerli çörek ve lavanta kokularının, tek başlarına veya birlikte, penisteki kan akışını hızlandırdığını ortaya çıkarmıştır. Elde edilen sonuçlar, katılımcıların eşlerinin parfüm sürüp sürmediklerine ve önceki ay her birinin kaç kez cinsel ilişkiye girdiğine göre değişkenlik gösteriyordu.

Besinlerin tatlarının yaklaşık % 75'i kokuyla ilgili olduğu için tat alma duyusuna giden yolun anahtarı da havanın elindedir. *Tadın Fizyolojisi* adlı kitabın (1825 yılında isimsiz olarak kendisi yayınlamıştır) yazarı gastronom Jean-Anthelme Brillat-Savarin, koku ve tat almanın aslında tek bir duyu olduğu varsayımını ortaya atmıştı. “Şeftali yiyen biri,” diyordu, “her şeyden önce meyveden çıkan kokudan hoş biçimde etkilenerek şeftaliyi ağzına atar, yemeye devam etmesi için onu kıskırtan bir tazelik ve ekşilik hissi duyar; ama meyvenin kokusunu, ancak lokmayı yutup da lokma burun kanalının altından geçtikten sonra duyar.” Öte yandan “doktoru tarafından koca bir bardak dolusu acı ilacı içmeye zorlanan zavallı hastanın durumunu düşünün.” Koku alma duyusu, “hastayı berbat sıvının itici kokusuna karşı uyarır; hasta-

nın gözleri, yaklaşan tehlike karşısında fal taşı gibi açılır; dudaklarında iğrenme işaretleri belirir ve midesi bulanmaya başlar. Oysa doktor cesur olmasını ister. Çetin sınav karşısında gücünü toplar, konyakla boğazını temizler, burnunu tıkar ve ilacı içer.” Burunun tıkanması akıllıca, ama tamamıyla etkili bir yöntem değildir. Uçucu koku molekülleri, olfaktör epitelyuma hem burundan hem de boğazın arka kısmındaki burun geçitinden ulaşır. Bu çift giriş, berbat bir şey içmenin nahoş etkilerinden tamamıyla kaçmamızı engeller; aynı zamanda yemeğe coşku katar. Kokusu olmadığında en yaratıcı yemek bile duvar kâğıdı tutkalı tadındadır. Koku duyusu olmayan kişilerin –bu durum anozmi olarak bilinir– depresyona girmeleri muhtemeldir.

Buna rağmen koku, insanın duyuları arasında değeri en az bilinendir –bu duyuya insanların çoğundan daha fazla değer veren Helen Keller, ona “yere inmiş melek” diyordu– ve Diane Ackerman, *A Natural History of the Senses* adlı eserinde, kokuyla ilgili kelime hazinemizin utanılacak derecede fakir olduğunu belirtir. Morun görünüşünü, flütün sesini ve kadifeyi ellemenin verdiği hissi tarif edebiliriz, ama yeni kitaplar, temiz çarşafklar veya pastel boyaların kendilerine özgü kokularının tam karşılığı olarak kullanabileceğimiz kelimeler yoktur. Ayrıca misket limonu ile limon veya çam ile köknar balsamının kokuları arasındaki ince farkı ifade etmek, sözlü olarak, neredeyse imkânsızdır. Kokunun izlediği yol ve süreçler bizim için kısmen hâlâ bir bilmedir.

Altı ciltlik *De Rerum Natura* (Evrenin Yapısı) adlı şiiri MÖ 1. yüzyıldan bu yana varlığını sürdüren Romalı şair ve filozof Lukretius, koku almayı kokulu şekiller olarak tarif eder: Burna giren pürüzsüz yuvarlak parçacıklar güzel; pürüzlü parçacıklar ise kötü kokulara yol açarlar. Aslında pek de haksız sayılmazdı. 1960’larda John Amoore tarafından detaylandırılan bir koku modeli, belirli koku sınıflarının üyelerinin, kendilerine benzeyen moleküler şekillerinin olduğunu ileri sürer. Amoore’nin projesi, kokuları moleküler şekillerine göre yedi farklı kategoriye ayırır. Böylece kokular

kâfur benzeri (kabaca yuvarlak moleküller), miskli (disk şeklinde), çiçekli (uçurtma şeklinde), naneli (köşeli balta başı şeklinde) ya da eter gibi (sosis benzeri çubuklar) olabilirler. Daha sonra eklenen iki sınıf –burun sızlatan keskin ve çürük kokular– moleküler şekillerine değil, elektrik yüklerine göre hazırlanmıştı. Amoore, burnun olfaktör epitelyumunda koku moleküllerinin ilgili koku alıcılarıyla karşılaştıklarını ve bu ikisinin kilit ve anahtar gibi iç içe geçtiklerini varsayar. Sonuç olarak, uçurtma şeklindeki bir koku –örneğin gülyağı– uygun alıcı hücresi üzerindeki uçurtma biçimindeki yuvaya tamamen oturur. Bu bağlantı, beynin koku merkezine sinyal göndererek alıcı nöronun ateşlenmesine neden olur.

Koku alma, günlük yaşamın son derece gerekli bir parçası olduğu için, karmaşık ve çok yönlü bir süreçtir. Hayvanların çoğunda bütün sosyal davranışlar, ayırt edici kokularla şekillenir. Hava, bu anlamda, yaşamın niteliğinin ve niceliğinin anlaşılmasına aracılık eder: Hayvanlar, kokular sayesinde, tüm dikkatlerini yiyeceğe odaklar, yırtıcı hayvanlardan uzak durur, yaşadıkları bölgenin sınırlarının farkında olur, dostlarını ve ailelerini tanır. İki canlı arasında bilgi sinyalleri göndermek için kullanılan kokular, yarı-kimyasallar –Yunanca sinyal anlamındaki *semion* kelimesinden türetilmiştir– olarak bilinir ve bunların çeşitli biçimleri hemen her yerde mevcuttur. Böceklerin saldırısına uğrayan bitkiler, yardım çığlıkları oluşturan uçucu bileşimler salgırlar. Örneğin yaprakları yiyen tırtıl ordusunun istilası altındaki mısır, pancar ve pamuk, sinsi indol ve terpen –asalak eşek arılarını çeken kimyasallar– yayarak savaş başlatırlar. Eşek arıları, yumurtalarını tırtıl ordusunun içine bırakarak öldürücü sonuçlara yol açarlar; yeni doğan eşekarıları, yumurtalarından çıkar çıkmaz ev sahiplerini yerler. Yaprak bitlerince kuşatılmış bakla, yaprak biti yiyen yırtıcı hayvanları çeken kimyasallar üretir.

Bu süreçlere bakılacak olursa, fasulyeler ve pancarlar sinomlar, yani hem yayıcıya (tehdit altındaki bitki) hem de alıcıya (eşek arıları ve yaprak biti yiyenler) fayda sağlayarak türler arasında mesaj alışverişi yapan yarı-kimyasallar üretirler. Yarı-kimyasalların bir diğer altkütmesi, yalnızca bir tür içerisindeki bireyler arasında bilgi aktarımı yapar. Bu grup içi sinyaller feromon olarak bilinir. Feromonlar, hayvanlar âleminin her yerinde karşımıza çıkar. Türlerle özgü kimyasal semaforlar, “Yiyecek burada”dan “Beni öldürme” çığlığına, “Ben senin kuzenim”den “Ben ateşli bir eşim” gibi ifadelere kadar hemen her şeyi anlatabilirler.

Akıllara durgunluk veren bu tür gözle görünmeyen kimyasalların varlığı ilk kez 19. yüzyılın sonlarında, onları işbaşında gören, ünlü Fransız böcekbilimci Jean-Henri Fabre tarafından öne sürülmüştü. Fabre, laboratuvarında bir kafes içerisinde büyük bir dişi güve (*Saturnia pyri*) – gözleri çıkıntılı olan bu ilginç hayvan, 15 cm kanat genişliğine sahiptir– tutuyordu. Bir gün laboratuvarı aniden istilacı erkek güveler sürüsünün akınına uğrar. Erkeklerin hepsi, gizli bir flütle çağrılmışlar gibi, kafesin etrafında dönüp dururlar. Fabre dişinin, pek fark edilmeyen, cinsel uyarıcı niteliğinde bir koku yaydığı sonucuna varır. Bu son derece önemli kimyasal, ancak seksen yıl sonra Almanya’da, insanların seks hormonlarıyla ilgili çalışmalarıyla bilinen Adolf Butenandt tarafından sentezlenecekti. (Butenandt, bu çalışması nedeniyle 1939 yılında Nobel Ödülü kazanmış, ancak Hitler ödülü almasını engellemiştir; sonunda 1949 yılında İsveç’e ulaşmayı başarmıştır.) Butenandt’ın 1959 yılında tanımlanan ilk feromonu, 500.000 dişi ipek böceği güvesinden (*Bombyx mori*) toplanmış ve bombikol olarak adlandırılmıştı. Bunun, incelendiğinde, çok güçlü bir madde olduğu ortaya çıkmıştı – tek bir dişinin yaydığı feromon, bir trilyon seks çalgını erkek güveyi harekete geçirmeye yeter. Dişi ağaç zararlısı tarafından salgılanan eşit miktardaki bir kimyasal, erkek ağaç zararlılarının (meşekelebeği) meşe yapraklarından filtre kâğıdına kadar her şeyle çiftleşmesine neden olur. Güney

Amerika'da yaşayan Bola örümceği, dişi tırtıl güvelerinin seks sinyalinin taklit eden sahte bir feromon üreterek bu etkiden kurnazca faydalanır. Örümcek, büyük bir yanlış yaparak coşkuyla oturma odasına giren baştan çıkmış erkek güveleri yer.

İnsanoğlu ise yaşamında kokudan ziyade görsel ipuçlarına dayanarak hareket eder. Örneğin kendimize uygun eşleri seçerken, kendi çocuğumuzu komşumuzun çocuğundan ayırt ederken veya bize yaklaşan bir yabancıнын tehlike arz edip etmediğini anlarken çoğunlukla gözlerimizden yararlanırız. Öte yandan koku alma duyusundan yoksun insanların % 25'i, cinsel dürtülerini kaybederler. Bu durum, Helen Keller'ın 'yere inmiş meleğinin' hâlâ oynayacak aktif bir rolünün olduğunu kanıtlar niteliktedir. Hava bizleri yalnızca hayatta tutmaz, aynı zamanda insanoğlunun varlığını devam ettirmesini sağlayan faydaları sunar.

1515 yılında kibirli Paracelsus, doğadaki güçler hakkında bir tez yazar. Bunların doğanın ruhları, gizemli varlıklar olduğunu açıklar. Bunların içerisinde dünyevi cüce –anlaşılan bu ismi Paracelsus koymuştu– toprağın ruhu, madenlerin, oyukların ve mağaraların bir sakinidir. Alevler içinde yaşayan semender ateşin ruhu; göllerde ve nehirlerde yaşayan kıvrımlı *undine* ise suyun ruhu. Paracelsus'a göre hava, narin ve gökyüzünde yaşayan bir yaratık olan hava perisinin kontrolü altındadır. Hava, kuvvetli ve kararlı bir elementtir. Gezegenimizi ağır biçimde sallar, okyanusları köpürtür, 400 ton ağırlığındaki uçakları taşır. Hava aynı zamanda çok büyük ve cömerttir, besleyicidir; sıcaklık ve kişisel yakıt dağıtıcısıdır. Hava, dünyayı ve onun üzerinde yaşayanların üzerini kalın bir koruyucu battaniyeyle örter. Şair Gerard Manley ona, "dünyaya annelik eden hava" adını vermişti.

Dördüncü Bölüm

Ateş

Küçük bir alev ne muazzam bir şeydir!

The Book of James

Ateş, tutkuların elementidir; bizi heyecanlandıran her şeyi alevler, ısı ve kıvılcımlarla tarif ederiz. Ateş, aşk ve şehvetin dilidir. Seks düşkünleri ateşlidirler, sıırıslıklam âşık olanlar yanıp tu-tuşurlar ve aşk acısı çekenlerin içi yanar. (Bunun tersi de müm-kündür. Aşk öldüğünde ateş söner ve zamanla küle döner.) Ateş, cinsel coşkunun olduğu kadar, dinî coşkunun da dilidir. Aşırı dinciler inançlarının ateşiyle yanarlar. “Ben kendimi ateşe veri-rim,” diye yazmıştı Metodizm’in ateşli kurucusu 18. yüzyıl papa-zı John Wesley, “ve insanlar benim yanmamı izlemeye gelirler.” Politik olarak uç noktalarda olan kişiler meşale olarak bilinirler. Çileden çıktığımızda hemen alevleniriz; kızgınlık da köpürmemi-ze, için için yanmamıza veya öfkeden patlamamıza yol açar. Kızıl saçlıların –çoğu kez hak etmeseler de– çabuk öfkelenen kişiler olarak ünlenmiş olmaları, alev renkli saçlarının suçudur; örneğin turuncu kafalı Thomas Jefferson bir diplomat, mantığa sıkıca bağ-lı ve soğukkanlı birisiydi. Mantık soğuktur ama insanoğlu merak-la yanar ve deha, geleneksel olarak yaratıcı ateştir. Ateşin insan-ların kalplerinde, zihinlerinde ve karınlarında yandığı söylenir; ateş –ilahî bir kıvılcım– insan ruhu için kullanılan bir metafor-dur.

Ateş, tehlikenin elementidir; tıpkı tutku gibi, yolunun üze-rindeki her şeyi yok ederek çıldırmış bir halde ilerler. Çok sayıda

halk deyişii, dikkatsiz kişileri gerçek veya mecazi ateşle oynamanın riskleri hakkında uyarır; aslında ateş, iki tarafı da keskin bir kılıçtır: İyi bir hizmetkâr, aynı zamanda korkunç bir efendidir. Ateş, korkunç kimliğine büründüğünde, tam bir ateşten gömlek ve büyük bir sıkıntı olur; içinden geçeriz ve değişmiş olarak çıkarız. Ne var ki dünyadaki kültürlerin çoğuna göre ateş, aslında bizler için yaratılmış bir şey değildir. Tıpkı Cennet'in bahçesindeki ünlü elma gibi ateş de, mutlu bir cehalet içinde yaşamamız için tanrılar tarafından bizden esirgenen yasak bilgiyle ilişkilendirilir. Bazı efsanelere göre, ateşii ancak çalarak elde etmişizdir.

Kızılderili efsanelerinde merhametli ve akıllı hayvanlar, ateşii çalıp bize getirmek için çok büyük zahmetlere girmişlerdi. Apaçi Kızılderililerine göre bir tilki, ateşii bir ateşböcekleriyle dolu bir köyden çalmış ve yeryüzünün dört bir yanına dağıtmıştı; Nez Perce^{*}'ye göre ise bir kunduz, ateşii çam ağaçlarından çalmıştı. Birçok yaratık bu özverili süreçten geçmiştir. Karganın siyah tüyelerinin, kurbağanın kuyruğunun olmamasının tarih öncesi dönemde yaptıkları ateş hırsızlıklarının izleri olduğu söylenir. Batı edebiyatında en ünlü hırsız, Olimpos Dağı'ndaki tanrılardan ateşii çalmış olan Titan Prometheus'tur. Asiklos'a göre, öfkelenen Zeus, ceza olarak Prometheus'u Kafkasya Dağları'ndaki bir kayaya zincirletir ve burada bir kartal, her gün, onun ciğerinin bir parçasını koparır. Bu hikâyenin başka bir biçiminde ise Prometheus, kendisini bu işten hiçbir ceza almadan sıyrır; Zeus da Pandora'yı yaratıp, onu Prometheus'un erkek kardeşi Epimetheus'la evlendirir ve Pandora'ya kötülüklerle dolu bir kutu vererek insanoglundan intikamını alır. Kutunun üzerinde, "Sakın açmayın" yazıyordu ve bu kutunun bizlere nereden geldiğini hepimiz biliyoruz.

Öte yandan, bu belki de tamamen adil bir alışverişti. Beraberinde yeni ve karmaşık teknolojiler için çok sayıda olasılık getiren ateş, ilerleme için bir ön koşuldur. Ateşle birlikte, bizleri hayrete düşüren şeyleri –seramik, ızgarada pişirilmiş sığır eti, bıçak

* Bir Kızılderili kavimi.

ağızlı sabanlar, buharlı lokomotifler– sonunda avcumuzun içine almışızdır. Ateşin sonsuz gücüne duyulan saygı, mitolojide yankı bulur. Prometheus, insanlara ateşin yanı sıra medeniyeti ve yaratıcı sanatları da getirmişti. Pawnee gökyüzü tanrısı Tirawa, ilk insanlara yalnızca ateş yapımını değil, tarımı, avcılığı, vücut boyamayı, giysi yapmayı ve tütün içmeyi de öğretmişti. Antik Keltlerin ateş tanrıçası Brigid, şiir, tıp ve metal el sanatları alanlarının bilgili koruyucusuydu. Çin ateş tanrısı –bazen Parlayan İmparator denir– tarımı, metallerin eritilmesi sanatını ve kandilleri getirmişti. Pliny the Elder büyük bir hayranlıkla şöyle yazar: “Hemen hiçbir şey, ateşin yardımı olmadan son halini alamaz.” Kumu alır ve eriterek, şartlara göre onu cama, gümüşe, sülügene, kurşuna, boya maddesine ve ilaca dönüştürür. Ateş, demiri üretir ve tavlalar, altını saflaştırır ve binalardaki blokları bir arada tutan harcı yapmak için kireçtaşını yakar.” Ateşin artıkları bile işe yarar: Pliny, ocaktan alınan bir parça külün gladyatörlerin yaralarını iyileştirdiğini; bal ile karıştırılan odun kömürünün şarbona karşı bir ilaç olarak kullanıldığını anlatıyor. Ayrıca bir zamanlar ocağın küllelerinden ortaya çıkarak hizmetçi bir kızı hamile bırakan penisin de hikâyesi anlatılır.

İnsanların ateşi ilk kez ne zaman elde ettiklerini tam olarak kimse bilmemektedir, ama eldeki bazı kanıtlar, bunun Homo sapienlerden önce gerçekleşmiş olduğunu gösteriyor. Antropologlar, bilinen en eski kamp ateşlerinin Kenya’nın Koobi Fora ve Chesowanja kentlerinde bulunduğunu ileri sürmektedirler. Söz konusu ateş, arkasında, 1.6 milyon yıllık geçmişe sahip turuncu renkli oval lekeler bırakmıştı. Yanık toprağın kimyasal analizi, Kenya’daki bu ateşlerin, insanlar tarafından bilinçli olarak yakılmış olduğu düşüncesini destekler niteliktedir. Çalı ateşlerinin çoğunun sıcaklığı 100 derece civarlarında dolaşırken, bu turuncu toprak parçası 400 derece sıcaklıkta yanmıştı. Bu, ateşin sürekli ve tedbirli biçimde harlandığına işaret ediyordu; mercek şeklinde küçük yuvarlaklardan ibaret turuncu lekeler de kontrol altında

tutulmuş olan ateş çukurlarının göstergesiydi. Yeni bulunan bu yöntem, ilk insanların Afrika'dan çıkıp çok daha soğuk Avrupa ve Asya'ya gitmelerinde muhtemelen onlara epey yardımcı olmuştu. İki ayakla hareket etme, kabile temelli toplumsal yapı ve taş bal-taların hepsi oldukça faydalıydı, ama atalarımızın dünyanın diğer bölgelerine açılmalarına imkân sağlayan şey ateşti. Ateşin olmadığı dönemde ilk insanın sıcaklığa erişmesine imkân yoktu; ilk insanların en kararlıları bile kuzeydeki bölgeleri aşırı soğuk bulacaklardı.

Bizim öz atalarımız yaklaşık 400.000 yıl önce dünya sahnesine çıktıklarında ateş artık yaşamın yerleşmiş bir parçasıydı. Antropologlar, bu döneme ait bozulmamış ocakları gün ışığına çıkarmışlardır. Antropologlar, ateşin kültürel ve toplumsal önemini bu dönemde kazandığını ileri sürmektedirler. İnsanlar, iletişimlerini sağlayan dillerini geliştirdikten sonra ateş etrafında toplanarak yemek yemiş, sohbet etmiş, şarkılar söylemişlerdi. Ateş, tarih öncesi dönemin insanları bir araya getiren unsuruuydu. İlk hikâyeler ateşin etrafında doğmuştu. Mitolojiler, efsaneler ve yiğitlik destanlarının hepsinin kökleri ateşe dayanır; elementler kuramıyla ilgili ilk fikirler belki de ateş etrafında yapılan sohbetlerde ifade edilmişti.

Atalarımızın karşılaştıkları ilk ateş, büyük ihtimalle tanrılar tarafından gönderilmiş öfkeli bir ışık parçası olarak görünmüştü, çünkü bu ateş, yeryüzüne büyük bir yıldırım olarak inmişti. Yıldırım, bilimsel açıdan bilgili olan kişiler için bile korkutucudur: Yıldırım, plajdaki kumları cama dönüştürebilen, ağaçları küle çevirebilen, gafil avlanan golfçüleri, yürüyüş yapan insanları ve inek sürülerini kızartabilen 30.000 amper gücündeki muazzam bir elektrik şokudur. İlk insanlar için yıldırım, onu gönderenin dalga geçilecek bir varlık olmadığını gösteren dehşet verici ve

açık bir işaretti. Yeryüzüne yıldırımını öfkeli tanrılar gönderiyordu: antik Yunan tanrılarının güçlü efendisi Zeus, sinirlendiğinde yıldırım fırlatıyordu; İskandinavya'da, çabuk sinirlenen tanrı Thor, öldürücü çekicini savurarak gök gürlmesi ve yıldırım oluştuyordu. Kuzey Amerika'nın pek çok Kızılderili kabilesi, fırtınaları, gagasından (veya gözlerinden) yıldırımlar fırlatan kanatlı bir canavar olarak görüyordu.

Gökyüzünden gelen ateş seçicidir. Yıldırım, dünyadaki bütün coğrafi bölgelere eşit oranda düşmez. Soğuk ve kuru iklimlerde –örneğin Sibirya ve Grönland– yıldırım olayı nispeten az yaşanır; öte yandan tropik bölgelerde, dünyanın başka hiçbir yerinde olmadığı kadar yıldırım düşmesine rastlanır. Aynı zamanda *Homo Erectus*'un doğduğu yer olan Afrika'nın ekvatorial bölgelerinde ve Brezilya'nın Amazon ormanlarında yılın yaklaşık 180 günü, gök gürültülü sağanak yağışlı geçer. ABD'de yıldırımın en çok yaşandığı yer, güneydeki Florida eyaletidir. Büyük Düzlikler'de yıllık ortalama 30 ila 50; New England eyaletlerinde 10 ila 30; güneşli Kaliforniya'da ise ancak beş gök gürültülü gün yaşanır. Avrupa'daki yıllık ortalama, 10 ila 25 arasında değişir –bu sayı, Britanya'da ve İskandinavya'da onun altındadır.

Yıldırım, özellikle ılık yaz aylarının sıcak kapalı günlerinde ve buğulu tropik bölgelerde neredeyse her zaman oluşan 11 kilometre yükseklikteki dev fırtına bulutlarının ürünüdür. Bu tür şartlar altında suya doymuş sıcak hava, dünyanın aşırı ısınmış yüzeyinden gayzer gibi fokurdayarak dakikada 900 metre yükselir. Troposferin soğuk noktalarına doğru yükselirken soğur ve genleşir, sonunda da yoğunlaşarak katman karabulutunu oluşturur.

Yıldırım, yeryüzünden bakan biri için, gökyüzünden gelen kör edici yekpare bir ateş parçası olarak görünür; oysa yıldırım birbiri ardına gelen ölçülü adımlarla ilerler. 60 metre uzunluğunda negatif yüklerle dolu öncü birlik olarak başlar ve fırtına bulutunun alt kısmından yavaş yavaş aşağıya doğru ilerler. Taşıdığı yük, havayı iyonlaştıracak kadar güçlüdür. Havayı tepkisiz bir ya-

lütıcıdan, her şeyi geçiren iletken bir plazmaya dönüştürür. Öncü birlik, atmosferden yeryüzüne doğru 60 metrelik adımlarla saatte 160 km hızla yol alır. Yeryüzünün yaklaşık 30 metre yukarısında öncü birlik, eksik parçasıyla bir araya gelir. Bu parça, yukarıya doğru ağır ağır ilerleyen artı yüklü bir şerittir. Ortaya çıkan sonuç tek kelimeyle olağanüstüdür. Yıldırım, fiziksel anlamda, devasa ve anlık bir elektrik boşalmasıdır. Trilyonlarla ifade edilen negatif yükler, yıldırım çarpması olarak bilinen kavurucu bir sarsıntı şeklinde yere çarparlar. Artı yükler ise saniyede 120.000 kilometre gibi inanılmaz bir hızla yukarı doğru fırlarlar. Yıldırım olarak –yaklaşık 40 mikrosaniye içerisinde– gördüğümüz şey, çarpmanın yukarı doğru giden kısmıdır.

Aslında *gördüğümüz şey ateştir*. Yıldırımın içinden geçtiği plazma kanalı dardır –çapı, 2.5 santimetrenin altındadır. Artı yüklerin büyük bir hızla geçişi, bu kanalı, güneşin yüzeyinin sıcaklığının beş katı olan 28.000 derecelik sıcaklığa getirir. Hava da ısındığında genişler; yıldırım kanalının mikrosaniyeler içerisinde çok yüksek sıcaklıklara varan aşırı sıcak havası o kadar hızlı genişler ki, tam anlamıyla patlar. Patlamanın oluşturduğu şok dalgası gök gürültüsüdür. Gök gürültüsü, yıldırımdan sonra gecikmeyle duyulur, çünkü ses, ışık hızından 900.000 kat yavaş ilerler.

Gök gürültüsü, sesinin şiddetinden korkan insanları çoğu kez tuvalete veya yatağın altına soksa da, aslında zararsızdır. Bu korkma durumu, aşırı boyutlara varması halinde, brontofobi (gök gürültüsü fobisi) olarak kabul edilir; özellikle köpekler bu sese karşı aşırı hassastırlar. Mitolojik gelenek, insanların çok geçmeden gök gürültüsünün ısırdığından çok havlama olduğunun farkına vardıklarını gösterir: yıldırım hikâyelerinin arasında çoğunlukla uyarı niteliğinde doğrudan bize fırlatılan yıldırımlar varken, gök gürültüsü hikâyelerinde ise birine doğru gürültülü bir şeyler yapan birisi anlatılır. Örneğin bir Çin efsanesi, gökyüzündeki çınlamalar ve gürlemelerin vahşi biçimde savaştan ejderhaların sesi olduğunu iddia ediyordu; Amerika'nın kuzeybatısındaki Kızılder-

rililer, gök gürültüsünün kaynağı olarak uzaklardaki dağlardan iri kaya parçaları fırlatan iki dev erkek kardeşi görüyorlardı.

Fırtına bulutunun altında ürkek ördekler gibi sindiğimiz zaman kendimizi ne kadar savunmasız hissetsek de, yıldırımların çoğu aşağıyı hedef almaz. Yıldırımın çoğu –her defasında yaklaşık % 80'i– gökyüzünde kalır; bulutlar arası yıldırım adı verilen bu yıldırım, uçakların elektronik yol gösterme sistemlerine büyük zarar verir, ama aşağıdaki insanlara yönelik bir sorun teşkil etmez. Yıldırımın önemli bir kısmı da, hiçbir zarara yol açmadan doğruca yukarıya giderek bulutların üzerinden hızla yol alıp stratosfere girer. Yukarılarda gerçekleşen bu tür yıldırım ilk kez 1990 yılında, rahmetli John Winckler ve Minnesota Üniversitesi'ndeki meslektaşları bunu tesadüfen kameraya çektiklerinde keşfedilmişti. Fizikçi olan ve tuhaf yıldırım hikâyelerini araştırmaktan büyük keyif alan Winckler, doğadaki en tuhaf hikâyelerden birini bulmuştu: Kümüls kalvüs bulutlarının yaklaşık 48 kilometre yukarılarına kadar uzanan gökmavisi kaidelerin üzerindeki somon pembesi kızgın sütunlar.

Görünüşe bakılırsa, bulutların üzerinde gerçekleşen yıldırım, elektromanyetik darbenin –yere çarpan yıldırımın boşalttığı devasa yüke verilen tepkinin– sonucudur. Bunlar, karanlık bir gecede çıplak gözle rahatlıkla görülebilirler ve çoğunlukla dokunaklı hayaletlere, karnabahara, havuca, meleğe veya denizanasına benzetilirler. Bunların keşfedilmesinden bu yana meteorologlar, bulutların üzerinde gerçekleşen çok sayıda yıldırım olayı keşfetmişlerdir. Ne var ki bizi doğrudan en çok ilgilendireni, bulutla yer arasında gerçekleşen yıldırımdır. “Gök gürültüsü iyidir, gök gürültüsü etkileyicidir,” diye yazmıştı Mark Twain, “ama asıl işi yapan yıldırımdır.” Rüzgâr, yağmur ve dolu, fırtınanın toplam etkisine katkıda bulunurlar; gök gürültülü sağanaklar kesinlikle tehlikelidirler. Yeryüzünün yukarısında her an 2000 tane gök gürültülü sağanak gerçekleşmektedir. Bazılarının beraberinde aniden bastırılan seller gelir; tek bir gök gürültülü sağanak, bir saatten kısa bir

süre içerisinde 500 milyon litre su boşaltabilir. Bu tür sağanakların hepsinde yıldırım olayı yaşanır. Yeryüzüne saniyede yüz kez düşen yıldırım, dünya çapında yılda binden fazla kişinin ölümüne ve binlercesinin de yaralanmasına neden olur. Anlaşılan bazı insanlar gerçekten de yıldırımı çekerler. Yıldırım çarpması konusunda dünya şampiyonu konumunda bulunan eski bir park bekçisi Roy C. Sullivan'ın üzerine birkaç yıl içerisinde yedi kez yıldırım düşmüştü. Yıldırım ayrıca yangınları da başlatır. *Hindenberg*'in 1937 yılında New Jersey'de Lakehurst üzerindeyken feci biçimde patlamasına, zeplinin dış kaplamasının yanıcı boyasını tutuşturan yıldırımın yol açtığı düşünülmektedir; dünyadaki orman yangınlarının üçte ikisinin sorumlusu da düşen yıldırımlardır.

Yıldırımdan korunmanın en iyi yolu, üzerinize yıldırım düşmesinden bir şekilde sakınmaktır. Pliny the Elder, fok derisinden yapılmış bir çadırda uyumanın insanları yıldırım çarpmalarına karşı koruyacağını belirtiyordu; eski Çinliler yeşimtaşı muskaları tercih ediyorlardı; ilk İskandinavlar ise evlerini, pencerelerinin pervazlarına meşe palamutları koyarak koruyorlardı. Japonya'nın dağlarındaki köylüler, arazilerini *kaminarikasu*, yani "yıldırım çimi" ekerek koruyorlardı. Orta Çağ Avrupası'nda kilise çanlarının çalınmasının yıldırımları uzak tutacağına inanılıyordu ve bu dönemde yapılan çanların birçoğunun üzerine *Fulgura frango* "Yıldırım engelliyorum" yazılmıştı.

Yıldırımdan korunmanın en iyi ikinci yolu, yıldırımın *gerçekten* de çarpıp çarpmadığının denenmesidir. Paratoner fikrinin temelindeki kuram olan bu yol en azından hiç zarar vermez. Paratoner, 1752'de Benjamin Franklin tarafından icat edilmiştir. Franklin'in "Evleri Yıldırımdan Koruma" yöntemi; çatının kenarlarına dizilmiş, pirinç tellerle tutturulmuş ve kablolarla bir çift çubuğa –her iki ucundan da toprağın bir hayli altına yerleştirilmiş yer terminaline– bağlanmış bir dizi sivri metal çubuktan, yani hava terminallerinden ibaretti. Sistem, "yıldırımın ürettiği ateşi" etkili biçimde tutuyor ve güvenli biçimde toprağa geçiriyordu.

Franklin'in çubukları bazı çevrelerce pek de iyi karşılanmamıştı. Bazı papazlar bunları, ilahî adaletin işine karışmaya cüret ettikleri için, günah oldukları gerekçesiyle kabul etmemişlerdi. Örneğin Çek bir papaz, bir paratoner dikince batıl inançlı köylüler, yaşanan kuraklıktan aleti sorumlu tutmuş ve onu parçalamışlardı. Amerikan kolonilerinde 1755 yılında yaşanan depremin suçu “zeki Bay Franklin tarafından icat edilmiş demir çubukların” üzerine atılmıştı. (Anlatılanlara göre en fazla paratonerin bulunduğu Boston, depremden en fazla etkilenen bölge olmuştu.) Paratonerin kabul edilmesi, işin içine siyasetin girmesiyle daha da karmaşık bir hal almıştı. Amerikan Bağımsızlık Savaşı'nın en hassas günlerinde Amerikan kolonilerinin Fransa büyükelçisi olan Franklin, hem yıldırımın terbiyecisi hem de özgürlüğün savunucusu olarak görülüyordu. Bununla ilgili eski maliye bakanı Anne-Robert-Jacques tarafından yaratılan bir slogan, “Gökyüzünden yıldırım ve zorba hükümdarlardan asayı aldı,” o kadar sık telaffuz ediliyordu ki, sonunda Kral 16. Louis'nin dikkatini çekmişti. Buna son derece sinirlenen Kral, bu sloganın, Franklin'in portresiyle birlikte, kendi lazımlığının altına basılmasını emretmişti.

Dört elementin içerisinde neler yapabileceğinin kestirilmesi en zor olanı ateştir. Ateş tanrıları çoğunlukla sorumsuz sahtekârlardır. Norveç ateş tanrısı Loki güvenilmez ve son derece acımasızdı; kaprisli Çin ateş tanrısı Hui Lu ise canı her istediğinde yeryüzünü ateşe vermek üzere alev saçan kuş sürüleri gönderiyordu. Arizona Üniversitesi'nden ateş tarihçisi Stephen Pyne, “Organik yakıtlarla dolu, atmosferi oksijene doymuş ve yüzeyi yıldırımlarla dövülen gezegenimiz tutuşmaya hazırdır,” diye yazmıştı. Yıldırım ve volkanlar yangın başlatan unsurlardır. Kontrolden çıkan bir yangın, ister doğal yollarla ister dikkatsiz kampçılar tarafından başlatılmış olsun, sonunda söndürülmesi güç bir yangına dönüşür; yılda milyon-

larca hektarlık alanı yakıp kül eden bu tür yangınlar, dünyadaki en kötü doğal (en azından yarı doğal) felaketlerin arasında gösterilmektedir. Alaska'nın ormanlık alanlarının her yıl ortalama 240.000 hektarlık kısmı yanmaktadır. ABD'nin Yellowstone Milli Park bölgesinde 1988 yılında yaşanan yangınlar, bodur çam ağaçlarıyla kaplı 890.000 hektarlık alanın 320.000 hektarını yakıp kül etmişti; 2000 yılında çıkan toplam 123.000 orman yangını, Amerikan ormanlarının 3.4 milyon hektarlık kısmını kül etmişti. 1997 yılında Endonezya'da çıkan orman yangınları, ülkedeki ormanların 7500 kilometrekaresini küle çevirmiş ve Güneydoğu Asya'nın her yanına sağlığı tehdit eden bir duman yaymıştı. Avrupa'da her yıl 45.000 orman yangını çıkmaktadır ve bu yangınlar toplamda Belçika'nın yüzölçümünü büyüklüğünde bir alanı yakmaktadır.

Stephen Pyne, bir orman yangınının bir atom bombasıyla aynı ölçüde enerjiyi açığa çıkarabileceğini yazıyor; kontrolden çıkan yangınların ürkütücülüğü ve kıvılcımlarının arkalarında bıraktıkları yıkım, geçtiğimiz yüzyıl boyunca bu tür şeylerin yaşanmasını önlemeye yönelik kararlı adımlar atılmasını hızlandırmıştı. 1937 yılında Sam Amca, ABD'de yangınların önlenmesi için bizzat harekete geçmişti. Sam Amca, Orman Genel Müdürlüğü'nün hazırladığı bir afişte, geniş kenarlı şapkası ve ormancı kıyafetleriyle insanları suçlarcasına yanan bir ağacı işaret ediyordu. Afişin alt kısmındaki mesajda "Bizim Ormanlarımız – Bizim Suçumuz" yazılıydı. Yangınları önleme, İkinci Dünya Savaşı esnasında vatanseverce bir eylem olarak kabul ediliyordu; Orman Genel Müdürlüğü'nün 1950'lerde çıkarılan "İncil'de Orman ve Yangın" adlı bir yayınında yangınları önlemek her Hıristiyan'ın görevi olarak gösteriliyordu. 1944 yılına gelindiğinde bu girişimlerin artık herkesçe sevilen bir sözcüsü vardı. Bu sözcü, bugün hâlâ Amerikan tarihindeki en tanınan reklam simgelerinden biriydi: *Smokey Bear*.

Aslında yangınların çok fazla önlenmesi son derece zararlı olabilmektedir. Amerika'nın batısındaki ormanlara yangın iyi gelir; beş ila on yıl arasında bir süreçte yangın olmaması durumun-

da ormanın zemininde yığılan muazzam miktarlardaki çalı ve kurumuş dallar, bir yangında feci sonuçlara yol açabilirler. Belirli aralıklarla meydana gelen yer yangınları, çerçöpü temizlemekle kalmaz; arkalarında, tohumların filizlenmesine katkıda bulunan, toprağı zenginleştirici bir kömür tabakası bırakırlar. Bazı bitkiler, hayatta kalabilmek için ateşe ihtiyaç duyarlar –örneğin bazı çam kozalakları, tohumlarını ancak ateşe maruz kaldıktan sonra saçarlar– ayrıca aralarında turuncu gelincikler, limon yeşili mimuluslar, kırmızı hezaren çiçeklerinin bulunduğu çok sayıda yabancı çiçek, yangının ardından açar.

Yangından hayvanlar bile yararlanır. Kırmızı kokartlı ağaçkakan, çalibülbülü ve kayın tavuğunun yaşamlarını en rahat sürdürdükleri yer, sürekli yangınların yaşandığı bölgelerdir. Ağaçkakanı cezbeden şey, çeşit zenginliğidir. Çoğunluğu kınkanatlı olan kırkın üzerinde böcek türü ateşi sever. Bu, söz konusu böceklerin, tıpkı otomobillerin peşine düşen köpekler gibi, aynı ısrarla yangınları takip ediyor oldukları anlamına gelir. Takma isimleri “ateşböcekleri” olan melanophilia türündeki böcekler yumurtalarını, gelişmekte olan larva için en uygun besin kaynağı olan yanık ağaç kabuğuna bırakırlar. Böcekler yangını 11 kilometre uzaklıktan algılayabilirler. Yangının kaynağına kısmen koku ve kısmen de ön bacaklarının hemen altında bir çift gamze gibi duran hassas kızılötesi algılayıcılar yoluyla ulaşırlar.

Orman yangınlarında trajediler yaşansa da küçük memelilerin çoğu, yuvalarının derinliklerine kaçarak yangınlardan sağ kurtulur; daha büyük hayvanlar ise genellikle ateşi geride bırakırlar. Ortalama bir orman yangını, saatte yaklaşık 3 km hızla ilerler; bu hız, geyiklere ve ayılara manevra yapmaları için yeteri kadar zaman bırakır. Yangının ilerleme hızı, yanan nesnelere, rüzgâra ve araziye bağlıdır. Yangın, ot, çalı ve çam iğneleri gibi kolaylıkla yanan maddelerle besleniyorsa daha hızlı ilerler ve bunlardan ne kadar çok olursa yangın da aynı ölçüde hızlı olur. Tamamı kurumuş maddelerle beslenen en hızlı ot yangınları, saatte

16 ila 20 km arasında hızla yol alırlar. Ayrıca yangınlar, uçaklar ve göç eden ördekler gibi, rüzgâr arkadan estiğinde daha hızlı ilerlerler.

Ateş, teorik olarak uysallaştırılmış olsa da, her zaman için çıldırma eğilimi göstermiştir. Pek çok şehir yangını, tarihte büyük izler bırakmıştır: Troya, Kartaca ve Roma feci biçimde yanıp kül olmuştu. Roma'yı, 64 yılının 18 Temmuz gecesinde 26 yaşındaki İmparator Nero yakmıştı. Nero, şehri saran alevleri sarayının çatısından hayranlıkla izleyip lir çalmıştı. Tarihçi Tacitus, Nero'un "kendi adına yeni bir şehir kurmak için" yangını başlatmakla suçlandığını yazıyordu, ama imparator bu suçlamayı derhal reddetmişti. Üstelik büyük yangının suçunu şehirdeki Hıristiyanların üzerine atmış; öfkeli halkın dikkatini başka yöne çekmeye yönelik akıllıca bir siyasi hareketle bu insanları Roma'nın yangından kurtulan tek amfiteyatrosunda aslanlara yem etmişti. Bu yöntem o kadar etkili olmuştu ki, Hıristiyanlara yönelik üç yüz yıl boyunca sürecek olan bir zulüm sürecinin ilk kıvılcımını yakmıştı.

Tacitus, hiç kimsenin Roma yangınıyla mücadele etmeye çalışmadığını yazıyor. "Bu tür girişimler, tehditler savuran çeteler tarafından engellenmişti," diyor. Meşaleler fırlatarak yangının büyümesine katkıda bulunmuş olan çeteler, muhtemelen imparatorun verdiği emirler doğrultusunda çalışıyorlardı veya (yine adil olmaya çalışan Tacitus'a göre) "yalnızca şehri yağmalamak istiyorlardı." Her halükârda, bu çeteler başkentin yangın söndürme ekiplerini başarılı biçimde engellemişlerdi. Bu ekipler, Augustus Sezar döneminden beri Roma'da faaliyet göstermişlerdi. Ekiplerde, görevleri merdivenler, ipler, baltalar ve deri kovalarla donanımlı hâlde sokaklarda devriye gezerek duman veya alev çıkan bir yere anında müdahale etmek olan *vigileler* yer alıyordu. Yedi ta-

bura ayrılmış toplam 7000 vigile vardı. Ekibin başında her yangının ardından gerçekleşen resmi duruşmalara başkanlık eden bir amir bulunuyordu. Duruşmalar sonucunda ihmalde buldukları tespit edilen kişiler, ihmallerinin büyüklüklerine göre, kırbaçlanarak öldürülmek de dâhil olmak üzere hemen her şekilde cezalandırılıyorlardı.

Yangın ile hızla artan nüfus yoğunluğu arasında aslında pek de doğru bir orantı yoktur; yangınlar geçmişte olduğu gibi bugün de kentler için yaşanması her an mümkün bir tehlikedir. Roma yalnızca bir kez değil, Gauller tarafından ateşe verildiği MÖ 390 yılından Alaric ve onun yönetimindeki Vizigotlar tarafından yakıldığı MS 410 yılına kadar defalarca yakılmıştı. Londra'nın tarihi de yangınlarla doludur. Genç şehir, 60 yılında ve ardından da 125 yılında yanıp kül olmuştu; ayrıca Peter Ackroyd'un etkileyici kitabı *London: The Biography*'e göre 764, 798, 852, 893, 961, 982, 1077, 1087, 1093, 1132, 1136, 1203, 1212, 1220 ve 1227 yıllarında da yanmıştı. Şehirde 19. yüzyılın ilk yarısında her yıl ortalama 556, 1993 yılında ise 46.000 yangın yaşanmıştı. Londra'nın bütün simgeleri –Londra Köprüsü, Parlamento Binaları, Kraliyet Borsası– yanmışlardır; 1666'daki ünlü “Büyük Yangın”, her ne kadar korkunç olsa da, önceki yangınlardan hiç de büyük değildi. Ne var ki Büyük Yangın çok daha iyi belgelenmişti çünkü yangına tanık olanların arasında o dönemin en üretken yazarlarından ikisi, John Evelyn ve Samuel Pepys vardı. Yangının büyük kısmını bir birahanenin sığınağından izlemiş olan Pepys, bunu “normal bir yangının alevlerine hiç de benzemeyen en korkunç, en acımasız kanlı alev” şeklinde tanımlamıştı. Yangın tamamen söndüğünde, şehrin altıda beşi artık kül olmuştu; St. Paul Katedrali'nin kurşundan yapılmış çatısı eriyerek sokaklara akmıştı.

Neredeyse bütün şehirlerin tarihlerinde bir Büyük Yangın yaşanmıştır. Şikago'nun 1871 yılında yaşadığı Büyük Yangın o kadar etkileyici olmuştu ki, bugün felaketin yıldönümü olan 9

Ekim'de kutlanan, Amerika'nın milli bayramı Yangın Önleme Gününü yarattı. Anlatılanlara göre yangın, 8 Ekim gecesinde Bayan Catherine O'Leary'nin ahırındaki bir ineğin tekme atarak yanan bir feneri saman yığınının içine fırlatmasıyla başlamıştı. Güneybatıdan esen şiddetli bir rüzgârla birlikte hızla yayılan yangın kısa sürede, yolunun üzerindeki her şeyi yok ederek, artık "mükemmel bir alev okyanusu" haline gelecek olan şehir merkezine ulaşmıştı. Alevlere boyun eğenlerin arasında Chicago *Tribune* gazetesinin büyük bir saflıkla yanmaz olduğuna inanılan büroları da vardı. Büyük bir kararlılıkla kendisini toparlayan *Tribune*, iki gün içerisinde yeniden baskıya geçerek, "tarihte eşi benzeri olmayan bu büyük yangının" bütün korkunç ayrıntılarını yayınlamıştı. Toplamda 17.000'in üzerinde bina yanmış ve 250 kişi ölmüştü.

Büyük yangınların sıklıkla yaşanması, feci sonuçlara yol açabilecek olayları büyümeden durdurmaya yönelik çok sayıda düzenlemenin bir an önce yürürlüğe konmasına önyak olmuştu. Örneğin 1189 yılında Londra Belediye Başkanı, ahşap evlerin inşa edilmesini yasaklamıştı ("Bu şehirde hiçbir ev taş dışında bir malzemedен yapılamaz ve bunların da arduvaz veya kiremitle kaplanmaları şarttır"); Massachusetts Bay Colony'nin valisi John Winthrop ise 1631 yılında ahşap bacaları ve sazlardan yapılmış çatıları yasaklamıştı. Daha sonra bildirilen emirler, kenevir, saman, arpa ve barut gibi kolayca tutuşabilen şeylerin ateşin ulaşabileceği yerlerde depolanmasını yasaklıyordu. 18. yüzyıla gelindiğinde izinsiz şenlik ateşi yakılması, ayrıca sokaklarda sigara içilmesi yasaklanmıştı; 19. yüzyılda kestane fişekleri tehlikeli kabul ediliyordu ve Pensilvanya eyaletinin Reading kentinin sakinleri hem bunları kullanmaktan alıkoyulmuşlar hem de küçük çocukların üzerinde buldukları kestane fişeklerine el koymak ve onları imha etmekle sorumlu tutulmuşlardı.

Alınan önlemlerin hiçbiri yeterli olmamıştı; destek ekibi, bugün olduğu gibi geçmişte de, verimliliğini gittikçe artıran profes-

yonel itfaiye birlikleri olmuştu. Yangın aşırı boyutlara ulaştığında ise ateşin koruyucu meleği Aziz Florian'dan da yardım istenebilirdi. İmparator Diocletian döneminde genç bir Romalı asker olan Florian, bölgede yaşayan Hıristiyanlara eziyet etmek üzere birliğiyle birlikte Noricum'a –bugünkü Avusturya– gönderilmişti. Florian, şaşkınlığa düşen komutanına kendisinin de Hıristiyan olduğunu belirterek bu emri yerine getirmeyi reddetmişti. Sözü-nü geri alması şartıyla maaşına zam ve terfi teklif edildiyse de Florian ayak diremişti. Sonunda yakılarak idam edilmeye mahkûm edilmişti; anlaşılan bu ceza karşısında son derece sevinmiş, eski arkadaşlarının üzerlerine basıp, “alevlerin üzerinden cennete çık-masına” imkân tanıyacak odun yığınını yakmıştı. Komutan buna o kadar öfkelenmişti ki sonunda Florian'ı suda boğdurmuştu. Ölümünü mucizeler takip edecekti. Florian'a edilen duaların, ateşin tehdidi altında olanları koruduğu –muhtemelen alevlerin karşısında en ufak bir korku bile duymadığı için– söylentisi yayılacaktı. Genç askerin ruhani ünü sonunda doruk noktasına ulaşmış, Papa III. Lucius 1138 yılında Florian'ı azizlik mertebesine yükseltmişti. İşte Florian o tarihten beri ateşin tehdidi altındaki herkesin –itfaiyeciler, baca temizleyicileri ve sabun imalatında çalışanlar– koruyucusu olarak bilinir.

Ateşin her zaman için bir büyüsü olmuştur. Bir kumsal ateşinin yanında geç saatlere kadar oturmuş veya bir kış akşamını şöminedeki son kızılığın gözden kaybolmasını izleyerek geçiren kişilerin bildiği üzere, titreyen alevlerin karşı konulmaz ve neredeyse büyüleyici bir cazibesi vardır. Psikologlar, çocukları yasak kibritlerle oynamaya iten şeyin bu evrensel cazibe olduğuna inanmaktadırlar; kasıtlı yangın başlatma davranışımızın temelinde yatan, alevlere karşı geçmişten beri süregelen saplantımızdır. Bu, ölümcül bir saplantı olabilir. Kundakçılık, tarih boyunca cinaye-

te eşdeğer bir suç olarak kabul edilmiştir; Orta Çağ'da bu suçu işleyen kişiler diri diri yakılıyordu. 15. yüzyıl İngiltere'sinde kasıtlı olarak yangın çıkarmak, ağır ihanet suçu sayılıyordu. 19. yüzyılda kundakçılık 1861 yılında çıkarılan "Kasıtlı Zarar Yasası" kapsamına alınmıştı; ceza ise yakılan binanın özelliğine göre veriliyordu. Bir kiliseyi, şapeli, konutu, fabrikayı veya çiftlik binasını yakmanın karşılığı beş yıl ağır, ekinleri yakmanın karşılığı on dört yıl ve kömürlükleri yakmanın karşılığı ise ömür boyu hapis cezasıydı. En kötüsü ise –sonuçta ipleri elinde bulunduran ülke Britanya'ydı– suçluya ölüm cezası verilmesine neden olan "İngiltere Kralı'nın seyahat veya savaş gemilerinden herhangi birinin kasten ve kötü niyetle yakılması" suçuydu.

Teksas Ceza Kanunlarına göre bir evin barut veya dinamitle patlatılması da kundakçılığa girer. Buna göre, ev yapımı patlayıcılarla dolu kamyonetini 19 Nisan 1995 tarihinde Oklahoma şehrindeki Alfred P. Murrah Federal Binası'nın yanında havaya uçuran Timothy McVeigh de kundakçıydı. Tarihteki en meşhur kundakçılardan biri, bir noter ve küçük bir toprak sahibinin oğlu olarak 1570 yılında İngiltere'nin York kentinde dünyaya gelen Guy Fawkes'dir. Fawkes, akranları tarafından kırmızıya çalan kahverengi saçlı, boylu poslu, eğitilmiş, itidal sahibi, "koyu bir dindarlığa, ılımlı ve neşeli tavırlara sahip, kavgalardan ve münakaşalardan uzak duran, sadık bir dost ve dini törenleri aksatmayan biri" olarak tarif ediliyordu. Sonunda Fawkes'i ateşe yönlendiren şey de bu dindarlığı olmuştu. Kraliçe I. Elizabeth'in halefi İskoçya doğumlu Protestan Kral I. James'in Katolik İngilizlere yaptığı zulümlere öfkelenen Fawkes ve kendisi gibi düşünen bir grup arkadaşı, Lordlar Kamarası'nı havaya uçurup kralı, Galler Prensi'ni ve ülkenin yüzden fazla lordunu öldürmeyi planlamışlardı. Bu amaçlarına ulaşabilmek için binanın altındaki mahzenlerden birini kiralayıp, burayı otuz altı tane barut variliyle doldurmuşlardı. Patlayıcıları ateşlemesi için mühimmat konusunda deneyime sahip eski bir asker olan Fawkes seçilmişti; ne var ki, eylem için be-

lirlenen tarihe kadar komplonun haberi yetkililere sızdırılmıştı. Fawkes hemen yakalanmış ve onu tutuklayan sulh yargıcı, üzerinde bir kol saati, “ağır yanan kibritler” ve çıra bulmuştu. Ertesi sabah –5 Kasım 1605– Fawkes kralın huzuruna çıkarıldı; niyetinin sınırın ötesindeki bütün İskoçları havaya uçurmak olduğunu söyleyerek kendi ölüm fermanını imzalamıştı. Sonraki yılın ocak ayında asılıp, sürüklenerek ve vücudu dört parçaya bölünerek feci biçimde idam edilmişti.

Fawkes’in sözde barut komplosunun engellenmesinin kutlanılmasına ertesini yıl başlanacaktı. Bu kutlama, sonunda Amerikan kolonilerine ulaşacaktı. Genellikle Şenlik Ateşi Gecesi adıyla anılan bu olay, şenlik ateşleri, meşaleler, havai fişekler ve Fawkes’in kuklasının yakılmasıyla her yıl 5 Kasım tarihinde kutlanır. Guy Fawkes Gecesi ABD’de modası geçmiş bir gelenek olarak görülür; 18. yüzyılda Pul Yasası’na karşı olanlar için bir araya gelme görevi görmüş ve daha sonra unutulmaya terk edilmişti.

Fawkes, kundakçılığı tıpkı Ku Klux Klan, IRA, kürtaj karşıtları, dinî fanatikler ve terör örgütleri gibi siyasi amaçlarına ulaşmak için seçmişti. Bazı kundakçılar, bu eylemi kâr elde etmek, bazıları da intikam almak için veya psikopatolojik nedenlerle yaparlar. FBI’a göre, Amerikan devlet okullarında çıkanların % 75’i de dâhil olmak üzere, kasıtlı olarak çıkarılan yangınların yaklaşık % 40’ından çocuklar sorumludur. Psikologlar, yangın çıkarma dürtüsünü harekete geçiren olası unsurlar olarak, öfke ve ilgi çekme isteğini göstermektedirler; bazı psikologlar da kundakçılığın doğrudan cinsel tatminle ilişkili olduğunu ileri sürmektedirler. Aslında bu, mantıklı bir bağlantıdır: Seksin dili ateş imleriyle doludur. Kundakçılar, belki de yalnızca, hepimizin düşündüğü şeyi biraz fazla ileriye götürüyorlardır.

Ateş, eski zamanlardan beri bir ibadet, doğaüstü olayları yatıştırma ve manevi paylaşım aracı olmuştur. Adaklar, yükselen

dumanla birlikte özlerinin Tanrı'ya (veya tanrılara) erişeceği inancıyla yakılırlardı. Yakın Doğu'da Moloch'a tapanlar, tanrılarına kurban olarak küçük çocuklarını kızgın ocaklara atıyorlardı. Eski Çinliler, sunak ateşlerinde şarap, tahıl taneleri ve ipek yakıyorlardı; Yunan tapınakları ve Kudüs'teki büyük tapınakta adak ateşleri yakılıyordu. Roma'daki ateş tanrısı, Yunan ocak tanrıçası Hestia'nın Roma mitolojisindeki karşılığı olan Vesta'ydı. Tapınakta gece gündüz sürekli olarak kutsal bir ateş yanardı. Bu ateşi, çocukken seçilen ve tapınağa otuz yıl boyunca hizmet eden vesta bakireleri olarak bilinen altı rahibe canlı tutuyordu. Bu, çok istenen bir mevkiydi; bu kadınlar, erkeklerin egemenliği altındaki kadınlara oranla özgürdüler –kendi adlarına mülk edinebiliyor ve yasal sözleşmelere imza atabiliyorlardı– ve festival oyunlarında ön koltuklarda oturma hakkına sahiptiler. Vesta bakireleri, bakire kalmaları şartıyla, görev süreleri sona erdiğinde evlenebiliyorlardı, ama daha önceden evlenmeleri durumunda diri diri yakılıyorlardı.

Sunakta sürekli olarak kutsal bir ateşin yandığı tapınaklarda ateşe ibadet eden Zerdüşter için ateş kutsaldır. Ateş merasimi, Hindu düğünlerinin bir özelliğidir; mumlar ise, Yahudi ve Hıristiyan dini kutlamalarının başlıca özelliklerinden biridir. Mezarların üzerinde hiç sönmeyen ateşler yakma geleneğimiz, eski bir inancı canlandırır: Yanan bir ateş, ölenleri yâd etmeyi simgeler.

Pek çok kültür, ölülerini törenlerle yakar; ölüleri yakma düşüncesinin temelinde yatan şey, ateşin ölüleri cennete taşıyan bir aracı olduğuna duyulan inançtı. Romalılar arasında ölünün yakılması için hazırlanan ateşin büyüklüğü, o kişiye gösterilen saygının büyüklüğünün ifadesiydi. (Yıldırım düşmesi sonucu ölenler için bu tür bir tören düzenlenmiyordu; Pliny, yıldırım kurbanlarının mecburen gömüldüklerini anlatıyor.) Hindular, dinî bir âdet olarak, yüzyıllardır ölülerini yakmaktadırlar. Her ne kadar işgalci İngilizler 1829 yılında bu geleneği yasaklamış olsalar da, sağ olanların da kendilerini yakmaları artık yerleşmiş bir âdetti.

Dul kalan Hindu kadınlar, kocalarının cenaze ateşlerinin içine atlayarak kendilerini kurban ediyorlardı.

İlk kültürlerin bazıları cenaze ateşini koruyucu bir amaçla, ölümden sorumlu olan veya ölümlle ilişkilendirilen kötü ruhları uzaklaştırmak için kullanıyorlardı. Kötü niyetli hayaletleri kalmaktan vazgeçirmek amacıyla bazen ölünün kişisel eşyaları bile yakılırdı. Geleneksel çingene cenazesinde, ölünün bedeni yakıldıktan sonra, kişisel eşyaları imha edilir, tabak çanağı paramparça edilir, çingene arabası hatta varsa otomobili veya karavan, yakılır. Bugün cenazelerde mumların yakılmasının, ateşin geçmişte yaşayanlar ile ölünün etrafını saran tehditkâr ruhlar arasındaki siper olarak sahip olduğu ünün bir yansıması olduğu düşünülür.

Aynı zamanda kutlamanın da elementi olan ateş, insanoğlunun engin bilgilere sahip olduğu 21. yüzyılda bile heyecan vermektedir. Her yıl İşçi Günü'nden* önceki cumartesi gecesi Nevada çölünde 15 metre boyunda tahtadan bir adam yakılır. Yanan Adam kutlaması, bu kutlama biçimini başlatanlar tarafından "geçici süre için bir araya gelen bir topluluk içerisinde her yıl yapılan, insanların kendilerini ve özgüvenlerini radikal biçimde ifade etmelerine imkân sağlayan bir deney" olarak tanımlanmaktadır. Bu kutlamaya her yıl, beraberlerinde çadırlar, yiyecek, su ve tuvalet kâğıdı getiren ve bir hafta süren sanat şenliğine katılmaya hazır binlerce kişi gider. Bu kutlamalar esnasında insanlar, Barbie Ölüm Kampı ve Şarap Barı (şaraplar yudumlanırken istenilmeyen Barbie bebekler ateşe verilir), Felsefe Kampı (entelektüel konuşmalar yapılır), Yağmur Ormanı Mülteci Kampı (buharla ıslanılır ve şükran duaları okunur) ve Kidsville (aileler için sessiz bir mekân) gibi interaktif tema kamplarına katılırlar.

Eski ateş festivalleri çok daha ciddiydi: Şenlik ateşleri, eski zamanlardan beri Avrupa'nın her yerinde ancak yılın belirli günlerinde yakılmış ve insanlar bu ateşlerin etrafında dans etmiş, hız-

* ABD'de eylül ayının ilk pazartesi günü kutlanır. (Çev.)

la içinden geçmiş veya mahsulün, çiftlik hayvanlarının ve birbirlerinin üretkenliğini sağlamak için üzerinden atlamışlardır. Bu tür ateşler geleneksel olarak ilkbahar, yaz ortası ve sonbaharda yakılıyordu. Keltler, 1 Mayıs'ta Beltane'yi ve 31 Ekim'de Samhain'i –Cadılar Bayramı– büyük şenlik ateşleri yakarak, bazen de insanları bu ateşlere kurban ederek kutluyorlardı. Gaul'de Keltleri alt eden ve böylece şenlikleri yakından izleme fırsatı bulan Jül Sezar, suçluların ve savaş tutsaklarının saz ile ottan yapılmış devasa putlara hapsedilip, ardından da nasıl canlı canlı yakıldıklarını anlatıyordu. Sazlardan yapılan devasa yapılar geleneği, varlığını günümüze kadar sürdürmüştür: Nevada'daki Yanan Adam, eski bir geleneğin yeniden canlandırılmasından başka bir şey değildir.

Frazer'ın *Altın Dal* adlı kitabına göre halkbilimciler, ateş festivalinin başlangıcıyla ilgili iki ana teori ileri sürmektedirler. İlki –güneş teorisi– sonbahar hasadı için sulu ve bol güneşli günler getirmesi umuduyla soğuk ayların zayıf güneşini, ilkbahar ekimi için eski gücüne kavuşturmak amacıyla yakılan ateşlerin aslında güneş büyüleri olduğunu iddia etmektedir. İkincisi –Frazer'ın tercih ettiği, arındırma teorisi– ateşlerin, şeytani güçleri kovmak, kötü talih, hastalık ve ölümden sorumlu cadıları, cinleri ve kötü ruhları uzaklaştırmak amacıyla yakıldıklarını ileri sürüyor. Ateşin, gecenin karanlığına gizlenmiş görünmeyen tehlikeleri uzaklaştırabildiği inancı muhtemelen tarih öncesi çağlara uzanır. Ateş çukurunun etrafında oturan ilk insanlar, korkunç kurtlar, mağara ayıları ve keskin dişli kedilerin alevlere yaklaşmadıklarını fark etmişlerdi.

Peki, kurtlar ateşten korkuyorlarsa cadılar neden korkmasın? Ateşin arındırıcı güçlerine duyulan inanç, Orta Çağ Avrupası'nda Engizisyon'un uzun ve korkunç kolları altında yürütülen cadı avlarını başlatmıştı. Engizisyon'a göre, Katolik Kilisesi'nin dini, ahlaki, siyasi veya bilimsel görüşlerinden farklı düşünen herkes kötü cadı kabul ediliyordu. Orta Çağ'da ara sıra rastlanan

bir durum olan, dinî açıdan yanlış yolda olanların yakılması, 11. yüzyıldan başlayarak tutarlı bir politika haline getirilmişti. 1022 yılında Fransa Kralı Robert şüpheli on üç vatandaşını Orleans'ta diri diri yaktırmıştı. Cadı avının doruk noktasına ulaştığı 16. yüzyılın sonları ve 17. yüzyıl boyunca on binlerce kişi –çoğunlukla kadınlar olmak üzere– kazığa bağlanarak yakılmıştı.

Marvin Harris, *Cows, Pigs, Wars and Witches* adlı kitabında, kilise ve devletin, köylü sınıfının dikkatini Orta Çağ'da uygulanan politikaların gerçeklerinden başka yöne çekmek amacıyla Avrupa'daki cadı avını kasıtlı olarak desteklemiş olabileceklerini ileri sürmektedir. İnsanların dikkatlerini yozlaşmış piskoposlar ile beceriksiz prenslerine çevirmeleri yerine, yaşadıkları toplumsal ve ekonomik sıkıntılar yüzünden kötü niyetli cadıları suçlamaları daha iyiydi. Sebebi ne olursa olsun – korku, siyasi kazanç, gerçek inanç – cadılar altı yüzyıldan uzun bir süre boyunca yakılmıştı. Avrupa'daki son cadılar –Polonya'da “iki yaşlı kadın”– 1792'de ateşe verilmişlerdi. Vatikan'daki Engizisyon Dairesi 1968 yılında, insanoglu Ay'a ayak basmadan tam on sekiz ay önce resmen kapatılmıştı.

Yakılanlar yalnızca insanlar değildi; bu kişilerin yazılı bütün eserleri de yakılıyordu. Kâfir, radikal veya toplumun genelinden aykırı düşüncelere sahip olanların ortadan kaldırılmasının, söz konusu kişilerin arkalarında kitaplar bırakmaları durumunda pek bir anlamı olmuyordu. Voltaire, kitapların “cehaleti, yönetimin halk üzerindeki baskıcı etkisini ortadan kaldırabileceğini” belirtiyordu; işte sırf bu yüzden kitapların yakılması zorba yöneticiler için sürekli geçerli ve güçlü bir araç olmuştur. MÖ 231 yılında İmparator Shih Huang-ti, eski Çin imparatorluğunda reformlar yapıp ülkeyi güçlendirirken, ülkenin her yerinde Konfüçyüs'ün kitaplarının (tarihi amaçlarla kullanılmak üzere her birinden birer nüshanın imparatorluk kütüphanesinde muhafaza edilerek) yakılmasını emretmişti. 15. yüzyıl İtalyan dinî reformcu Girolamo Savonarola, günahkâr Floransa şehrini yeni bir Kudüs'e dö-

nüştürmeye çalışırken, kitapları, resimleri, elbiseleri, mücevherleri, oyun zarlarını ve karnaval maskelerini dev “gereksiz şeylerden ibaret şenlik ateşlerinde” yakmıştı; ne var ki fanatizmi sonunda geri tepmişti ve aforoz edilip yargılanmış, asılmış, ardından da vaazlarının nüshalarıyla birlikte kendisi de yakılmıştı.

İnsanlık tarihinin yakın geçmişindeki en ünlü kitap yakma olayı, büyük ihtimalle 1933 yılında Almanya’nın Nazi partisi tarafından düzenlenmişti. İlim ve Propaganda Bakanı Joseph Goebbels yönetiminde gerçekleştirilen bu eylemde, büyük bir coşkuya kapılmış üniversite öğrencileri, aralarında Sigmund Freud, Albert Einstein, Karl Marx, Ernest Hemingway, Jack London, Helen Keller ve H.G. Wells’in kitaplarının da olduğu on binlerce kitabı ateşe vermişlerdi. Çin’in 1960’larda gerçekleştirdiği Kültürel Devrim esnasında Mao Zedong’un Kızıl Muhafızları’ndan genç komünistler, istenilmeyen “dört eski şeyi” eski düşünceler, eski kültür, eski âdetler ve eski alışkanlıklar savunduklarından şüphe edilen bütün kitapları yakmışlardı. Bugün aşırı tutucu Müslümanlar Tanrı’ya hakaret olduğu gerekçesiyle Salman Rüşdi’nin 1988 tarihli tartışmalara yol açan *Şeytan Ayetleri* kitabını yakarlar; ABD’de ise radikal Hıristiyanlar, büyücülüğe göndermelerde bulunduğu için J.K. Rowling’in Harry Potter serilerini yakarlar.

Kitapların yakılması her zaman için beyhude bir çaba olmuştur. “Yakılan her kitap dünyayı aydınlatır,” diyor Ralph Waldo Emerson, ama yazılarla dolu bir sayfanın alevler içindeki görüntüsü, özgür düşünce ve konuşmaya uygulanan baskının derhal tanınan bir sembolüdür. Ne var ki bu noktada, her şeyi yakan ateş, istenileni gerçekleştiremez. Bütün çabalara rağmen, ateş asla düşüncelerin üstesinden gelemez; ayrıca bugüne kadar zihnin farklı düşünen ve tartışmacı kısmını yok etmeyi de başaramamıştır.

Öte yandan ateşin biyolojik anlamda arındırıcı özelliği vardır. 1958 tarihli *The Vikings* adlı filmde Eric karakterini canlandıran genç Tony Curtis, bir kılıçla yanlışlıkla elini keser. Ardından, şok halindeki izleyiciler şaşkınlıkla izlerken, kanlı el bir meşale ile yakılır. Eric inler. Yaşamış olduğu şey, dağlamanın bir biçimidir. Yaralanmış dokuyu ilkel biçimde sterilize eden bu yöntem, yaranın enfeksiyon kapmasını önler. Dağlama, aslında, yara ya sıcak ütünün –yanan meşale değil– tatbik edilmesidir, ama etki aynıdır. Dağlama, 19. yüzyılın sonlarına kadar, kuduz hastalığı için kullanılan bir tedavi yöntemi idi. Isırılan insanlar veya hayvanlar kızgın iğnelerle dağlanıyordu veya yaralar, üzerlerine barut serpilerek ateşe veriliyordu. Kuduz hastalığı için etkili bir aşı geliştirmiş olan Louis Pasteur, çocukluğunda bir adamın kuduz bir kurt tarafından ısırılıp, ardından da büyük acılar çekerek dağlama yoluyla tedavi edildiğine tanık olmuştu.

Kızgın demir, yaraların sterilizasyonunda çok arzu edilen yöntem olmasa da, mikroorganizmaları gerçekten de öldürür. Isı, günümüz teknoloji çağında, her yerde bulunan mikroplara karşı hâlâ en iyi ve en etkili silahımızdır. Pişirme ve kaynatma, bakteriyel endosporların en dirençlileri dışında, neredeyse her şeyi öldürür; basınca maruz kalan buhar ısı –hastanelerdeki otoklav ile düdüklü tencerenin kaynağıdır– her şeyi öldürür. Yiyecekleri pişirmenin başlıca yararı, hastalıklara yol açan mikroorganizmaları yok etmesidir; bakterilerin ortadan kaldırılması, gıdaları daha güvenli hale getirir ve bozulmalarını önleyerek daha uzun süre dayanmalarını sağlar. Ancak ilk insanlar yemeklerini pişirmeye, muhtemelen yiyeceklere güzel bir tat verdiği için başlamışlardır.

Charles Lamb, eğlence olsun diye yazdığı “*A Dissertation upon Roast Pig*” adlı denemesinde, yemek pişirme sanatının eski Çin’de keşfedildiğini anlatıyor. Çinliler, yetmiş bin yıl boyunca hayvanlarının etlerini çiğ çiğ yemişlerdi; ta ki bir gün, bir domuz çobanının oğlu genç Bo-bo dikkatsizce ateşle oynayıp da yaşadıkları “küçük kulübeyi ve aileye ait dokuz domuzu yakana kadar.

Yanık domuz etinin tadı onlara o kadar lezzetli gelmişti ki, çok geçmeden sağdaki soldaki komşular, ziyafetten paylarını almak için, evlerini yakmaya başlamışlardı. Sonunda bir bilge, domuzun evi ateşe vermeden de pişirilebileceğini keşfetmişti. Lamb, ızgara ve çöp şişin bu şekilde icat edildiğini yazıyor. Lamb, sözlerini, eğer evleri ateşe vermeye degecek bir şey varsa onun da “KIZARMIŞ DOMUZ” (büyük harfleri o kullanmıştır) olduğunu söyleyerek bitiriyor.

Antropologların çoğu, yiyecekleri pişirmenin aslında kazara keşfedildiği konusunda hemfikirdir. En olası senaryo, doğal bir ateşin, yakınlardaki bitki köklerini yakıp bunları yenilebilir hale getirdiğini anlatır. Bunun insanlık tarihinde tam olarak ne zaman meydana geldiğini kimse bilmemektedir, ama antropolojik dogma, bu olayın genellikle 250.000 ila 500.000 yıl öncesi arasında bir tarihte yaşandığını kabul eder. Bazıları ise, özellikle Harvard Üniversitesi'nden Richard Wrangham ve Nancy Lou Conklin bunun bugüne kadar düşünüldüğünden çok daha önce keşfedildiğini; tarih öncesi devirlerde yemeklere uygulanan ateşin insanoğlunun evriminde çok önemli bir rol oynamış olabildiğini varsaymaktadır. Antropologlar ayrıca pişmiş yiyeceklerin insanoğlunun hayatına girmesinin, hem yenilebilir gıda türleri sahasını genişleterek hem de besleyici gıdalara erişim kolaylığını artırarak, tarih öncesi devirlerde günlük kalori alımını en az iki katına çıkardığını tahmin etmektedirler. Örneğin pişirilmiş nişastanın sindirilmesi on kat daha kolaydır; bu da, kızartılmış bir patatesin besin değeri olarak birkaç çığ patatese eşit olduğu anlamına gelir. Ayrıca pişirilmiş yiyeceğin çiğnenmesi de kolaydır. Yumuşak besleyici yiyeceklerin elde edilmesi, muhtemelen, fizik olarak daha büyük ve daha doğurgan kadınların yetişmesine, bunun yanı sıra toplumsal davranışlarda hayati değişikliklere yol açmıştı. Örneğin yemek pişirme, bu işin yapılacağı bir yer gerektirir. Ev, ocağın olduğu yeredir: İlk ilkel evler büyük ihtimalle besinlerin saklandığı bir depo ile yemek ateşinin etrafında yükselmişti.

Ateş, tarih öncesi devirlerde yaşayan insanların güzel bir mastodon dilimini kızartmak için kamp ateşinin etrafından toplandıklarından beri evlerin kalbi, aileler için bir araya gelme noktası olmuştur. Aslında insanlık tarihinin büyük bir bölümünde bu bir zorunluluktur, çünkü ortada yanan ateş, biricik ısı ve ışık kaynağıydı. Romalı hatip Cicero, MÖ 1. yüzyılda, “insanın kendi şöminesinin yanından daha hoş hiçbir yer yoktur,” diyordu ve bu sözden iki bin yıl sonra bile “şöminenin başı” ev kelimesi ile eşanlamlıdır. 1800’lü yılların ortasında aile değerleri, yalın mısraları ve yarattıkları coşkun duygularla ünlü bir grup yazar, *Fireside Poets* (Şömine Başı Şairleri) olarak bilinirdi. Bunların arasında James Russell Lowell, Henry Wadsworth Longfellow, John Greenleaf Whittier ve Oliver Wendell Holmes vardı. Büyük Bunalım’ın doruk noktasında olduğu 1932 yılında başkanlık dönemi başlayan Franklin Delano Roosevelt Amerikan halkıyla “şömine başı sohbetleri” yaparak iletişim kurma yolunu seçmişti. Radyo aracılığıyla her gün yapılan bu konuşmalar, dinleyenler üzerinde ev ateşinin etrafında yapılan sıcak ve samimi bir aile sohbetinin güven verici etkilerini yaratıyordu.

İnsanları bir araya getirme gücüne sahip olan ateşin yakılması başlangıçta hiç de kolay olmamıştı. İlk insanlar kâh tahta çubukları, kâh taşları birbirine sürterek ateş yakmaya çalışmışlardı. Eski çağlarda ateş yakmak uzun süren ve zahmetli bir iş olduğu için, insanların çoğu ateşi yaktılar mı onun yeniden sönmesine pek razı olmuyorlardı. Buzul dönemi erkeği ateşini beraberinde taşıyordu. Arkeologlar, dışı nemli yapraklarla kaplanmış, közleri taşımaya yarayan, eşyaların arasına dikilmiş bir ağaç kabuğu bulmuşlardı. Beslenmeyen bir ateş, dikkatlice korunduğu takdirde, oldukça uzun bir süre canlı kalabilir. Eski evlerde kor halindeki kömürler küllerin içinde korunarak ateş-

ler genellikle geceleri yanık tutulurdu. Eger bütün çabalara rağmen ateş yine de sönerse, çalı çırpıyı bir araya getirip yeniden ateş yakmaktansa komşulardan ateş almak çoğu zaman daha kolaydı.

Bir ateş yakabilmek –yakmaya çalışan kişinin nerede ve ne zaman yaşadığına da bağlıydı– yaşam ile donarak ölme arasındaki ince çizgi olabilirdi. Yakılamayan ateşin yol açtığı kötü sonuçlarla ilgili en bilinen hikâye, Jack London'un "Ateş Yakmak" adlı hikâyesidir. Hikâye, Yukon bölgesinde geçer. Mevsim kıştır; sıcaklık sıfırın altında yetmiş beş derecedir; ismi verilmeyen kahramanımız birkaç dakika önce buzla kaplı bir su birikintisinin içine düşmüş ve dizlerine kadar ıslanmıştır. Ateş yakmak zorundadır yoksa donacaktır. Derken aksilikler üst üste gelir: sarkık bir ladin ağacından düşen kar, kahramanımızın yaktığı ilk küçük ateşi söndürür; ikinci ateş ise titreyerek söner; elleri son kibritlerini yakamayacak kadar üşümektedir. Sonunda vücut ısısının normalin altına düşmesi sonucu donar.

Böyle bir durumda kibritler bütün şartları değiştirebilirdi. Kibrit, icat edildiği yüzyılın teknolojik zaferiydi. 19. yüzyıldaki ders kitapları, kibriti buharlı vapor ve pamuk çırçırı gibi, insanoglunun yaşamını değiştiren icatlardan biri olarak gösteriyordu. Filozof Herbert Spencer ise kibrit için "insanoğluna bahşedilmiş en büyük lütuf" diyordu. Bu incecik çubuk; güvenilir bir ısı ve ışık kaynağı, soğuğa ve karanlığa karşı dayanıklı bir siper, her zaman, her yerde ve herkes tarafından kullanılabilen bir şeydi. Kibritle birlikte insanoğlu sonunda gerekli, ama güvenilmez ateş elementinin kontrolünü eline aldığı hissetmişti.

Kibritlerin kimyasal yapılarına bakacak olursak fosfor elementinden yapıldıklarını görürüz. Fosfor kelimesi, Yunanca "ışık getiren" anlamındadır. Fosfor ilk kez 1669 yılında, o esnada baz metalleri altına dönüştürebilen hayali felsefe taşıını bulmaya çalışan Alman simyacı Henning Brandt tarafından sentezlenmişti. Ürkütücü bir yeşil ışık saçan yeni element, olağanüstü bir mad-

deydi ve kendiliğinden birdenbire tutuşmaktaydı. Bu denli aşırı bir reaktivite, fosforun asla doğada serbest halde bulunamayacağını göstermektedir. Fosfor esasında, her bir fosfor atomunun dört adet oksijen atomuna sıkıca bağlı olduğu fosfat (PO_4^{-3}) şeklinde meydana gelir. Sonuç, çığına dönmüş bir boğanın bağlanmasının kimyasal biçimidir. Oksijenin hapsi altındaki fosfor, duşan ve tehlikesizdir; ama oksijenlerini gevşetmeye görün, hemen saldırıya geçer.

Serbest haldeki fosfor hızla, beyaz fosfor olarak bilinen, dört atomlu küçük piramitlere (P_2) ayrılır. Fosfor bu halinde, büyük bir ihtiyatla su altında tutulması koşuluyla, hareketsizdir. Beyaz fosfor, havayla temas ettiğinde, oksijenle tepkimeye girerek öyle büyük bir ısı üretir ki, sonunda ateş alır. Daha küçük bir ölçekte bakacak olursak, kendiliğinden yanan ilk kibritin arkasındaki sır buydu. Burada “kendiliğinden yanan” ifadesi kilit noktadadır: kibrit, çok eski zamanlardan beri var olmuştu, ama yanmak için daima bir ısı kaynağına ihtiyaç duymuştu. Çinliler ve Romalılar kükürtlü kibritler kullanıyorlardı. Ucunda kükürt bulunan ince çam ağacı çubuklarından ibaret bu kibritler, közle temas ettikleri anda tutuşup yanıyordu. Kendiliğinden yanan kibrit ise, ateşi havayla temas ederek meydana getiriyordu. Bunların ilki 1781 yılında Fransa’da piyasaya sürülen “fosforlu mum” olarak bilinir. Bu kibrit, fosfora bulanmış ve cam bir tüpün içerisine yerleştirilmiş bir parça kâğıttan ibaretti; cam kırıldığında kâğıt anında tutuşuyordu. 1827 yılında İngiliz eczacı John Walker, potasyum klorat ve antimon sülfür karışımı hazırlarken bu karışımın bir kısmını yere dökmüş ve yanlışlıkla bunun üzerine basmıştı. Üzerine basılan karışım alev almış ve bu durum Walker’a –muhtemelen ufak bir korku anından sonra– ısı sürtünmesiyle yanan bir kibrit fikrini vermişti. Kimyasal olarak kaplanmış kibrit ucunun katlanmış bir zımpara kâğıdı üzerine sürtülmesiyle yakılan yeni kibritler, yalnızca mütevazı bir başarıydı; John Emsley, fosforun tarihi üzerine yazdığı sürükleyici *The 13th Element* adlı kitabında, bu kib-

ritlerin olası bir sakıncalarının, tutuştuklarında kestane fişekleri gibi ses çıkarıyor olmaları olduğunu anlatıyor. Ne var ki Walker, buluşunun patentini almamıştı; bunun büyük bir hata olduğu anlaşılacaktı. 1830 yılına gelindiğinde sürtünmeyle yanan bu yeni kibriti, rakip kibrit üreticisi Samuel Jones sahiplenmişti. Jones, etkili bir reklam taktiği kullanarak, bu kibritlere yeni bir isim vermişti: Sabah yıldızları. Sabah yıldızları, Jones ve ortaklarını zengin etmişti.

Sabah yıldızlarının başarısına rağmen, yeni kibritler ancak kibritin uç kısmına fosforun eklenmesiyle tamamen güvenilir bir hal almışlardı. Uç kısma fosfor konması düşüncesi en az dört farklı kimyacıya atfedilir. İlk isim Fransız Charles Sauria, o dönemde henüz öğrenciydi ve buluşunun patentini alamayacak kadar fakirdi; oysa rakiplerinden en az ikisi (Alman Joseph Kammerer ve Avusturyalı Stephan Romer) patent almışlardı. 50 yıl sonra 1884 yılında, Sauria artık yetmişli yaşlarına geldiğinde, fosforlu kibritin mucidi olarak resmen tanınacak ve Fransa Tarım Akademisi tarafından tebrik niteliğinde bir madalya ile ödüllendirilecekti.

İngiltere’de fosfor ilaveli bu yeni kibritlere başlangıçta *congreve* adı verilmişti. Bu isim, hem onları fosforu az sabah yıldızlarından ayırt etmek hem de benzer bir mekanizmayla çalışan askeri amaçlı roketin mucidi William Congreve’in onuruna verilmişti. Congreve roketi aslında güdümlü boru tipi bombaydı: Patlayıcılarla dolu üç metre uzunluğunda ince bir dökme demir boru. Bu roketler Napolyon savaşlarında ve 1812 Savaşı’nda Maryland’deki McHenry Üssü’nün bombalanmasında kullanılmıştı.

Kibrit anlamına gelen *congreve* kelimesinin ömrü kısa olmuştu. Dilbilimsel gelenekte köklü değişiklikler yapılması gerçekten de çok zordur (ne de olsa otomobillerin motor güçlerini hâlâ 18. yüzyılda Galler’deki madenlerde kullanılan eşeklerin çeşitli kapasitelerine dayanan bir terim olan beygir gücü ile ölçmekteyiz); durum böyle olunca yaygın olarak kullanılan ifade sabah

yıldızı olmuştu. Geliştirilen sabah yıldızları, kendilerinden önceki kibritlerden çok daha etkiliydiler – hatta bazen gereğinden çok fazla etkiliydiler, çünkü fosforlu kibritler çoğu kez farkında olunmadan ve çok iyi tutuşuyordu. Fosforun tadını güzel bulan sıçanlar, açıktaki kibrit uçlarını kemirerek sayısız yangınlar çıkarmışlardı; kibritler ayrıca düşürüldüklerinde, üzerlerine basıldığında, kutunun içerisinde sallandıklarında, hatta pencere kenarında unutulup güneşin ısısına maruz bırakıldıklarında da tutuşurlardı.

Bugün dünyada yılda yaklaşık 500 milyar kibrit çakılmaktadır. Kibritin günümüzdeki en büyük rakibi, bütan gazıyla çalışan ve bir kıvılcımla tutuşturulan çakmaktır. Kıvılcım, çakmak taşının çeliğe sürtülmesiyle elde edilir.

Ateş, dört elementin içerisinde kimyasal ve fiziksel açıdan en esrarengiz element olduğunu göstermiştir; bilim adamları, onun tam olarak ne olduğunu tespit etmek için yüzyıllarca mücadele etmişlerdi. Ateş birçok yönden canlı varlıkların özelliklerine sahipti – doğuyor, büyümek için besine ihtiyaç duyuyor ve beslenmediğinde ölüyordu– hatta bazıları onun davranışını sürüler halinde dolaşan ufacık “ateşli varlıklara” veya “ateşli hayvancıklara” yoruyordu. *De la Nature*'nin (1766) yazarı Jean-Baptiste Robinet ise biraz daha ileri giderek bunların bazılarını mikroskopta incelediğini ve ateşin “küçük parlak kurtlardan” ibaret olduğunu iddia ediyordu. Oysa 18. yüzyıl bilim adamları ateşi biyolojik bir varlıktan ziyade kimyasal bir varlık olarak tarif ediyorlardı. Bu bilim adamlarının çoğu, ilk kez tıp profesörü ve Prusya Kralı 1. Frederick William'ın saray doktoru olan Georg Ernst Stahl tarafından 17. yüzyılın sonlarında öne sürülmüş filogiston kuramını kabul ediyordu.

Stahl, J.R. Partington'un “*A Short History of Chemistry*” adlı eserinde “aksi” birisi olarak tarif edilir; bu, belki de yapmış ol-

duğu dört evliliğinin sonucudur. Kocaman bir bukleli peruka ve özenle bağlanmış bir kravat ile poz verdiği portresinde yüzünde gergin ve kuşku dolu bir ifade vardır; onun kolay kolay güldürüle-meyecek birisi olduğu çok açıktır. Bilimsel eserleri anlaşılması güç bir Almanca, Latince ve Yunanca karışımı şeklinde yazılmış-tı. Örneğin filogiston kelimesi ilk kez Yunancada karşımıza çıkar. Stahl, filogistonun –bu terim Yunancada “yanmak” anlamına gelir– yanabilen her şeyin doğasında var olan bir unsur olduğunu varsayıyordu. Bir şey yandığında filogistonunu havaya veriyordu; söndüğünde ise ya filogiston stoklarını tüketmiştir ya da hava filogistona o kadar çok doymuştur ki artık daha fazlasını alamaz hale gelmiştir. Filogiston, metallerin erimelerine mantıklı bir açıklama getiriyordu: Bir maden cevheri odun kömürü ile ısıtıldığında, kolayca tutuşan odun kömüründen atıl maden cevherine aktarılıyor, böylece filogiston bakımından zengin bir metal oluşturuluyordu. Öte yandan metalin havada ısıtılarak toz halindeki pas veya kireç haline getirildiği kalsinasyon işlemi, filogiston kaybına bağlıydı. Örneğin kireçtaşı (kalsiyum karbonat) ısıtıldığında sönmemiş kirece (kalsiyum oksit) dönüşüyordu; bu dönüşüm, kireçtaşının ateşten aldığı filogistonun bir sonucuydu.

Ateşlerin büyük bir kısmı, kimyasal olarak, hidrokarbon yakıtının –örneğin odun kömürü birikimleri yığınları– oksijen ile tepkimeye girmesinden ibarettir. Bunun sonucunda ortaya karbondioksit ve su çıkar, ayrıca ışık ile ısı yayılır. Doğrusu yanma karmaşık bir süreçtir. Beş atomluk basit bir molekülün yanması bile, alttaş sonunda karbondioksit ve su buharı haline gelene kadar, yüzün üzerinde geçici kimyasal reaksiyon içerebilir. Bu süreç birçok insanı büyülemiştir, ama muhtemelen hiç kimse 19. yüzyılda yaşamış İngiliz bilim adamı Michael Faraday kadar etkilenmemiştir.

Faraday ciddi bir bilim adamıydı elektromanyetik indüksiyonu keşfetmiş, pili, trafosu ve elektrik jeneratörünü icat etmişti. Faraday, donyağı mumları, balmumu mumları, gazyağı mum-

ları, hatta 1782 yılında Spithead'de batan *Royal George* adlı gemiden çıkarılmış bir mumu da kullanarak, mumun yanmasının nedenini fitilin ısısının mumu eritmesi olduğunu söylemişti. Eriyen mum, kılcal etki yoluyla fitilden besleniyordu. Mumu meydana getiren uzun hidrokarbon polimerleri, mum alevinin ısısına ulaştıklarında buharlaşırlar. Bunlar daha sonra dışa doğru yayılır ve havadaki oksijenle birleşirler. Gerçek yanma süreci budur: Yakıt ve oksijen, karbondioksit ve su buharına dönüştürülür, bunun beraberinde ısı ve ışık olarak enerji açığa çıkarılır.

Mum alevi, yerçekiminin ürünüdür. Sıcak gazlar, altlarında boş bir alçak basınç alanı bırakarak yükselirler; taze hava bu boşluğu derhal doldurarak, taze bir oksijen takviyesi ile alevi güçlendirir. Eğer gerçek bir orman yangınında olduğu gibi güçlü bir alev varsa, yükselen hava ve bunun sonucunda ortaya çıkan basınç farkı, saatte 160 kilometrenin üzerinde hızla esen büyük rüzgârlar doğurabilir.

İnsanoğlu ateşi büyük ölçüde kontrolü altına almış olsa da, onun karşısında çoğu kez savunmasızdır. Ateşe karşı dayanıklı olan insanlar da yok değildir. 1800'lerin başlarında "İnsan Semender" veya "Ateş Kralı" olarak da bilinen Fransız Ivan Chabert, çıplak ellerinde bir çift çiğ biftek parçasıyla cayır cayır yanan fırına girip hiçbir zarar görmeden, mükemmel biçimde pişen bifteklerle fırından çıkarak dünyanın her yerinde kendisini izleyenleri şaşkına çevirmişti. (İngiltere'de bifteklerin yerine but ve koyun bacağı kullanılmıştı; gösteriden sonra bunları yiyen kişiler, etlerin lezzetli olduğunu söylemişlerdi.) Ateş Kralı ayrıca ayaklarını kaynar kurşuna sokabiliyor, kızgın demir çubukları tutabiliyor ve "yurttaşlarının kurbağaları silip süpürdükleri iştahla" meşaleleri bile yutabiliyordu. Chabert, ateşe karşı böylesine dayanıklı pek çok insandan yalnızca biriydi. Bu tür ateşe meydan

okuma gösterisi yapan kişilerin arasında kızgın yağı ellerinde tutarak yumurta kızartan “Yanmayan Kadın” lakaplı Josephine Girardelli, “Yanmayan İspanyol” Lionetto, kafasını harlı bir kömür ateşine sokmasıyla ünlü “Polonyalı Semender” J.A.B. Chylinski vardı.

Çağdaş bilim adamlarına göre ateşe karşı bu denli şaşırtıcı direncin arkasındaki sır fiziktir. Sıcak kömürlerle oynanması, kızgın demir çubuklarının tutulması, ayakların erimiş kurşuna batırılması ve benzeri şeyler Leidenfrost etkisiyle mümkün olur. Bu, parmağınızı yalayıp, sıcak bir ütünün tabanını eliniz yanmadan kontrol etmenizi mümkün kılan aynı fiziksel garipliktir. Adını 1756 yılında konuyla ilgili ayrıntılı bir makale yayınlayan bilim adamı Johann Gottlob Leidenfrost’tan alan bu etkinin arkasındaki açıklama, yaratıcı yalıttır. Islak parmak, el veya çıplak ayak, kızgın bir ütü veya bir kova dolusu sıvı cıva gibi sıcak nesnelere temas ettiğinde su hızla buharlaşır ve koruyucu bir buhar tabakası oluşturur. Kötü bir ısı iletkeni olan buhar, deri ile ısı kaynağı arasında tampon görevi görür, elbette temasın kısa süreli olması şartıyla.

Sanıkların, masum olduklarını kızgın demir çubuklarını kaldırarak veya sıcak kömürlerin üzerinde yürüyerek kanıtladıkları Orta Çağ’daki ateşle yargılama sınavından sağ kurtulanlar, başarılarının en azından bir kısmını Leidenfrost etkisine borçluydular. Bunun tarihteki en ünlü örneği, 11. yüzyılda yaşamış İngiltere Kraliçesi Emma’dır. Emma (Canterbury Başpiskoposu ona “vahşi şey” adını vermişti), Winchester Başpiskoposu Aelfwine ile uygunsuz ilişkide bulunmakla suçlanmış, hapis cezası ve mülklerine el konulmasıyla cezalandırılmıştı. Kendisini, çıplak ayakla dokuz tane kızgın pulluk demirinin üzerinden azıcık bile yanmadan yürüyerek savunmuştu; utanç içerisindeki oğlu, annesinden kuşkulandığı için özür diler ve Kraliçe bütün mülklerini geri alır.

Kızgın kömür etkisi ise biraz farklıdır. Anlaşılan ateşin üzerinden yürüyerek geçen kişilerin ayak tabanlarının zarar görme-

mesi termodinamikle ilgilidir. İnançlı, bağınaz veya gözü pek kişilerin kızgın kömürlerin üzerinde çıplak ayaklarla yaptıkları ateş yürüyüşü, dünyanın her yerinde yüzyıllardır yapılmaktadır; bu olaydan bahseden bilinen en eski kaynak, MÖ 15. yüzyıla ait bir Hint el yazmasıdır. Hint fakirleri, Afrika'daki Kalahari Çölü'nün Kung kabilesinin erkekleri ve Japonya'nın Yamabushi mistikleri bugün hâlâ ateş üzerinde yürüme törenlerine katılırlar. Bu eylem ayrıca, kötü iletkenlik sayesinde işin içinden ateşten zarar görmeden nasıl çıkabileceğinizin etkileyici bir ispatıdır.

Isı, şu üç yoldan biriyle iletilir: Suyun bir oçakta kaynatılmasında olduğu gibi konveksiyon yoluyla, ısının Güneş'ten yeryüzüne ulaşmasında olduğu gibi elektromanyetik dalgalardan faydalanarak radyasyon yoluyla ve sıcak bir nesne soğuk bir şeye dokunduğunda gerçekleşen iletim veya doğrudan aktarım yoluyla. İletimde, sıcak nesnenin hızla titreyen molekülleri, soğuk nesnenin hareketsiz moleküllerine enerji aktararak onu daha sıcak hale getirirler. Bu aktarımın ne ölçüde iyi işlediği, söz konusu nesnelere termal iletkenliklerine bağlıdır. Örneğın hava kötü bir termal iletken; (nispeten soğuk) elinizi sıcak fırına sokup, eliniz yanmadan çıkarabilmenizın nedeni budur. Öte yandan metal mükemmel bir iletken; işte bu yüzden cızırdayan et tavasını korunmadan tutmayı istemezsiniz. Demirden 500, alüminyumdan 1000 ve bakırdan 3000 kat daha az iletken olan tahta ise termal iletkenlik ölçęinin sonlarındadır. Tahta elbette ısınır, ama tahta, odun kömürü ve külün yetersiz iletkenlikleri bu ısının yürüyen kişilerin ayaklarına yeteri biçimde aktarılmasını önler. Burada yine karşımıza bazı sınırlar çıkıyor. Çıplak ayağın sıcak kömür taneleriyle asla uzun süreli temasta bulunmaması için, ateşin üzerinde yürüyenlerin makul adımlarla ilerlemeleri gerekir. Uzun süreli temas, bir saniyenin üzerindeki herhangi bir süredir; bu süre, ayakkabısız ayağın yanması için gereken ısı aktarımının gerçekleşmesi için yeterlidir. Ortalama yürüme hızında ortalama bir adım, sınır noktasının oldukça altında olan yarım saniyeden kısa

bir sürede atılır. Fizik kuralları, ateşin uygun biçimde hazırlanmış olması ve yürüyen kişinin sürekli ilerlemesi koşuluyla, ayakların hiçbir zarar görmeyeceğini söyler.

Ateş her şeyi yakıp yok eden bir şey olduğu için, ona karşı dayanıklı olan kişileri veya diğer şeyleri huşu içerisinde izleriz. “Ben yaklaşık beş yaşlarımdayken,” diyordu İtalyan kuyumcu ve heykeltıraş Benvenuto Cellini otobiyografisinde (1558–1566), “babamın kız kardeşimle beni yıkadığı ve sürekli bir meşe odunu ateşinin yandığı küçük odada bir gün babam alevlerin içine doğru bakmış ve ateşin en sıcak kısmında yaşayabilen, kertenkeleye benzer küçük bir hayvan görmüştü. Bu yaratığın ne olduğunu derhal fark edince kız kardeşim ile beni çağırdı ve bize hayvanı gösterdikten sonra kulağıma bir tokat patlattı. Ağlamaya başladım, babam da bir yandan beni okşayarak sakinleştirirken şunları söyledi: ‘Canım oğlum, o tokatı işlediğin herhangi bir kusur için değil, ateşin içerisinde gördüğün küçük yaratığın benim daha önce hiç rastlamadığım semender olduğunu hatırlaman için attım.’ Bunları söyledikten sonra beni kucaklayıp biraz para verdi.”

Ateşin içinde yaşayan efsanevi semender, ateşin üzerinden koşturarak geçen insanları, hatta ellerinde butlarla ateşe giren olağanüstü M. Chabert’i bile utandırır. “Semender” ismi Yunançada “ateş kertenkelesi” anlamına gelir; Aristo ve Pliny the Elder gibi bilirkişilerce de desteklendiği üzere antik gelenek, ateşin semenderin doğal elementi olduğunu iddia ediyordu. Görünüşe bakılırsa bu batıl inancın ortaya çıkmasının nedeni, semenderlerin sık sık, tıpkı Cellinilerin evinde olduğu gibi, alevlerin içerisinden çıkarken görülmeleri idi. Bu olay şöyle gerçekleşir: Karanlık, soğuk ve nemli yerlerde yaşamayı tercih eden semenderler, çoğunlukla devrilmiş ağaç kütüklerinin yarıklarında gizlenirler; içerisinde semender barındıran bir kütük ateşe atıldığında öfkelenen

semender güvenli bir bölgeye kaçar ve işte böylece yuvası ateşin ortasındaymiş gibi yanıtıcı bir izlenim verir.

Semender ve onun sözde ateşler içerisindeki doğal ortamı, sürekli anlatılan bir Orta Çağ efsanesi olmuştur. Güçlülere direnme, sebat ve cesaretin simgesi olan alevler içerisindeki bir semender, başta şatolarını onun yarım kabartmalarıyla süsleten Fransa Kralı 1. Fransuva (1494 – 1547) olmak üzere, çeşitli hanedanlık armalarında yer almıştı. Hıristiyan efsanesinde semender, bekâreti ifade eder; *OED*'ye göre semender, 1711 yılı itibariyle, "tüm baştan çıkarma girişimlerinin ortasında namusuyla yaşayan" bir kadının eşanlamlısıydı.

12. yüzyılın sonlarında Avrupa krallıklarının arasında, Doğu'nun Prester John adındaki yüce bir hükümdarından geldiği iddia edilen bir mektup dolaşmaya başlamıştı. John efsanesi yüzyıllar boyunca dilden dile dolaşmıştı, krallığın Hindistan veya Etiyopya'da olduğu söyleniyordu. Kralın kendisinin Üç Bilge Adam'dan birinin soyundan geldiği söyleniyordu; dinine bağlı bir Hıristiyan olarak, Haçlılar'a yardım etmek üzere sürekli ordular gönderdiği anlatılıyordu, ama bu ordular daima ya asıl amaçlarından saptırılıyor ya da geciktiriliyorlardı. 13. yüzyılda Cathay'a yaptığı yolculuk esnasında onun kim olduğunu araştıran Marko Polo, kralın Moğolistan'da uçsuz bucaksız bir alanda egemenlik sürdüğünü ve kızıyla evlenmek isteyen Cengiz Han ile yaptığı savaşta öldürüldüğünü anlatır. Ancak John'la ilgili bütün hikâyelerin üzerinde anlaştığı tek bir nokta vardır: Prester John, Karun kadar zengindi. Kristal pencereleri ve abanoz bir çatısı olan, kendisine yedi kralın hizmet ettiği altın bir sarayda yaşıyordu; tahtı zümrüt ve incilerle süslenmiş, yatağı safirden yapılmıştı. Maden ocağından altın çıkaran devasa karıncaları, suları ebedi bir gençlik veren bir pınarı ve içinde balıklar bulunan bir denizi vardı. John'un mektuplarından biri, "Bizim krallığımızda, semender olarak bilinen yaratık yetişir," diyordu. "Semenderler ateşin içinde yaşarlar ve koza örerler, saraylarımızdaki kadınlar

da bu kozaları eğirir ve kumaş ile giysi dokuma amacıyla kullanırlar. Bu kumaşları temizlemek için, onları alevlerin ortasına atarlar.”

Ateşe karşı dayanıklı olağanüstü kumaşlar aslında gerçektir. Marko Polo, büyük bir şaşkınlık içerisinde, *Seyahatler*'inde semender yününün aslında “dağlardan kazılarak çıkarılan, ardından da eğrilerek kumaş haline dönüştürülen ve ateşe atıldığında hiçbir zarar görmeden temizlenmiş olarak çıkan bir madde” olduğunu anlatır. Bu madde aslında antik çağlardan beri bilinen lifli silikat minerallerinin bir türü olan asbesttir. “Asbest” kelimesi Yunancada “söndürülemez” anlamındadır; bu maddeye verilen isimlerin arasında “dağ derisi”, “kaya ipliği” ve “taş yünü” vardı. Almanya Kralı Şarlman'ın kendisine asbestten bir masa örtüsü yaptırdığı söylenir; tutumlu bir genç olan Benjamin Franklin ise kendisine asbestten bir para kesesi yapmıştı. L. Frank Baum'un *Oz Büyücüsü* kitabının 1939 yılında çekilen filmde Batı'nın Kötü Cadısını canlandıran Margaret Hamilton, beyazperdede asbestten yapılmış bir süpürgeğin üzerinde uçuyordu.

Asbest kullanımı, çok yönlü bu maddenin çok farklı ürünlerde ve amaçlarla kullanıldığı 20. yüzyılın ortalarında doruğa ulaşmıştı. Bu ürünlerin ve amaçların arasında yalıtım ve inşaat malzemeleri, ateşe dayanıklı takım elbiseler, fren balataları, tiyatro perdeleri, diş macunu ve yolcu trenlerindeki yataklı vagonlardaki toprak toprak şilteler vardı. Ne var ki sonunda, bu kadar farklı şeylerde kullanılan asbestin insan yaşamını tehdit eden bir madde olduğu kanısına varıldı. Birinci yüzyılın hemen başlarında Pliny the Elder, asbest madenlerinde çalışan kölelerin genç yaşta akciğer rahatsızlığından öldüklerini belirtiyordu; günümüzdeki tıbbi çalışmalar, asbestin küçük camsı liflerinin akciğer rahatsızlığına (asbestozis) ve akciğer kanserine yol açtığını göstermiştir. Son yıllarda asbest üreticilerine karşı açılan davalar, bu şirketlerin çoğunun sektörden ayrılmasına neden olmuştur.

Derelerin ve göllerin yakınlarındaki ağaçlık arazilerde yaşayan gerçek semenderler nemli ve ince derili yaratıklardır. Bu hayvanların en parlak olanı, siyah vücudu parlak noktalar ve turuncu veya sarı beneklerle kaplı 20–25 santimetre uzunluğundaki sözde “ateş semenderi”, *Salamandra salamandra*'dır. Onu ateşi seven bir hayvan olarak gösteren lakabına rağmen bu semender, tıpkı diğer bütün semenderler gibi, etrafını saran ateş karşısında korkuya kapılır. Semenderler bu bağlamda insanlardan hiç de farklı değildirler. Evimiz, köyümüzü veya ele geçirilemez olduğunu düşündüğümüz kalemizi alevler sardığında bizler de soğukkanlılığımızı korumakta güçlük çekeriz. İşte bütün elementlerin içerisinde ateşin yüzyıllardır son derece korkunç boyutta etkili bir silah olmasının nedeni budur.

J. R. Partington'un *History of Grek Fire and Gunpowder* adlı kitabına göre, yay kullanmayı bilen bütün “vahşi ırklar”, yangın çıkaran bir ok icat etmişlerdir. Bu ölçüte göre “vahşi”, hemen hemen herkesi kapsar: Yunanlılar, bu okları Peleponnez Savaşları'nda birbirlerine karşı; Vandallar ve Vizigotlar, Romalılara karşı; Araplar, Haçlılar'a karşı; Kuzey Amerika'da ise yerli kabile insanları, Avrupalı yerleşimcilere karşı kullanmışlardı. Eğer uçlarında ateş olan oklar yıkıcı olabiliyorsa, tamamen ateşle dolu kaplar daha da yıkıcı olabilirdi: 9. yüzyıla ait Asur kabartmaları, kuşatma altındaki kentlerin duvarlarından aşağıdaki saldıran kişilere fırlatılan ateşe verilmiş zift kaplarını gösterir. Araplar, uzak hedeflere mancınıkla atılan yuvarlak nafta kaplarını tercih ediyorlardı.

Bu tür ilkel ateş bombaları ve yangın çıkaran el bombaları için gereken yakıt, doğal petrol sızıntılarından temin ediliyordu. Petrol (Latince “kaya yağı” sözcüğünden gelir), katran, doğal gaz, petrol taşıyan kayaların –killi şistler, kumtaşları ve kireç taşları– erozyon yoluyla yüzeye çıktıkları noktalarda topraktan sızarlar.

Eski insanlar tarafından kullanılan sızıntıların çoğunun bugün başlıca petrol üreticisi olan bölgede ortaya çıkmış olması hiç de şaşırtıcı değildir. Aralarında Herodot, Strabo, Dioscorides, Pliny ve Plutark gibi isimlerin olduğu eski tarihçiler, Orta Doğu'da bulunan petrol çukurlarını ve zift pınarlarını anlatırlar. Bunlar, OPEC* , güç politikaları ve Körfez Savaşı'nın ilk işaretleri gibiydiler.

Amerika'nın yerlileri de zifte yabancı değillerdi. Dünyadaki en büyük üç zift gölünün tamamı Amerika kıtasındadır; bunların ilki, Trinidad adasının güneybatı sahilindedir. Maun ve ekmekekağaçları ile çevrili bu kükürtlü ve yapışkan göl, kırk hektarlık bir alanı kaplar ve içinde yaklaşık on milyon ton asfalt vardır. Mevcut tüketim oranına göre dört yüz yıl yetecek kaynağa sahiptir. Kızılderili Chaima kabilesine göre bu göl, zafer ziyafetinde aptallık ederek kutsal sinekkuşunu yiyen bir şefe ceza olarak tanrılar tarafından yaratılmıştı. Hakarete uğrayan tanrılar, bunun karşılığında, şefi ve köyünü kaynar katran altında bırakmışlardı. Büyüklük bakımından Trinidad'daki gölün (bugün insafsızca "Karıyipler'deki en çirkin cazibe merkezi" olarak nitelendirilir) ardından Kaliforniya'daki La Brea Katran Çukurları ve Venezuela'daki Bermudez Gölü gelir.

Bitüm veya asfalt olarak da bilinen ve genellikle kahverengimsi siyah veya tamamen siyah olan –"zifiri karanlık" ifadesi buradan gelir– zift, katı ham petroldür. Çeşitli ziftlerin kimyasal yapıları o kadar ayırt edicidir ki, arkeologlar buldukları el işi eserlerdeki zift numunelerini inceleyerek bunların jeolojik kaynaklarını bulabilmektedirler. Zift başlangıçta ince bir sıvı şeklinde sızdırılır. Uçucu bileşenleri buharlaşan bu ince sıvı, yavaş yavaş pelteye, yapışkan bir çamura ve sonunda da hayvanları, insanları ve hatta Trinidad ve Tobago Lake Asphalt Şirketi'nin Trinidad'da çalışan buldozerlerini bile taşıyacak kadar sert bir maddeye dönü-

* Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü. (Çev.)

şür. Oysa görünüş bazen aldatıcı olabilir: Trinidad'da işaretlenmiş yürüyüş yollarından çıkan turistlerin ince tabakanın içine girip, bellerine kadar battıkları bilinir.

Sümerler, Asurlar ve Babiller, kayıklarını ve sepetlerini su geçirmez hale getirmek için, kilden duvarlarının harcı olarak ve mozaikler ile işlemeli mücevherleri yapıştırmak amacıyla zifti kullanıyorlardı. Arkeolog Leonard Woolley'in Ur kentinin –Bağdat'ın güneydoğusundaki Fırat Nehri'nin kıyısında kurulmuş olan antik bir Mezopotamya kenti– kraliyet mezarlarında yaptığı kazı, aralarında bir kozmetik kutusu, gümüş aslan başları olan bir oyun tahtası ve lacivert taşı, gümüş ve sedef işlemeli bir lirin de olduğu bitümden yapılmış eserleri gün ışığına çıkarmıştı. İncil'e göre zift, Nuh'un Gemisi ile Musa'nın hasırotundan yapılmış yüzen sepetini su sızdırmaz hale getirmek için kullanılmıştı; ayrıca talihsiz Babil Kulesi ile Babil'in Asma Bahçeleri'nin taraçalarının yapımında harç görevi görmüştü. Eski Mısırlılar, mumya sargılarının kat kat keten tabakalarını birbirine yapıştırmak için bol miktarda zift kullanmışlar; Yunanlılar ve Fenikeliler, gemilerini bununla kalafatlamışlar; Romalılar ise zifti su depolarını, su kemerlerini ve hamamlarını su sızdırmaz hale getirmek için kullanmışlardı.

Zift yanıcıydı, ama nafta –Arapça “ham petrol” anlamındaki *naft* kelimesinden gelir– çok daha yanıcı bir maddeydi. Zemindeki çatlaklardan çıkan bu daha hafif ve daha uçucu yağın antik dünyanın hiç sönmeyen ateşlerinin kaynağı olduğu düşünülür. Doğal petrol yataklarıyla ünlü Hazar Denizi'nin batı kıyısında yer alan Bakü şehri, büyük ihtimalle ilk kez yıldırım tarafından tutuşturulmuş sürekli yanan ateşleriyle, binlerce yıl boyunca ün yapmıştı. Bakü'deki tapınak –ortasında petrolle yakılan bir ateşin olduğu sunağıyla– dinleri MÖ en az 600 yılından beri Pers top- raklarına hükmeden ateşe tapan Zerdüşter için kutsaldı. Bakü'yü 13. yüzyılın sonlarında ziyaret etmiş olan Marko Polo, bu kutsal ateşin çölde kilometrelerce uzaktan görülebildiğini anlatıyordu; ayrıca “Gürcistan sınırına yakın bir noktada, aynı anda yüzlerce

gemiye yükleme yapmaya yetecek kadar büyük bir petrol deresi fişkirtan bir pınar”dan bahsediyordu. Polo, petrolün yenilecek bir şey olarak iyi olmadığını, ama uyuz hastalığına tutulmuş devele-ri tedavi etmek ve yakmak için birebir olduğunu ekliyor. Bugün Bakü, ismi eski Farsçada “ateş bahçesi” anlamına gelen Azerbaycan’ın sınırları içerisinde yer alır.

Antik Yunanlılar naftayı “Medea yağı” olarak biliyorlardı. Yunan mitolojisinde Medea, Karadeniz ile Hazar Denizi arasındaki petrol bakımından zengin Kolchis’in prensesiydi. Medea aynı zamanda bir cadı ve bitkiler ile iksirlerin kullanımında uzmandı. Yakışıklı Yason ve Argonotları babasının değerli altın pöstekisini çalmaya geldiklerinde bu uzmanlığını onların yararına kullanmıştı. Medea’nın yardımıyla (bazıları bunu ahlaki açıdan doğru bulmazlar; hikâyenin bir uyarlamasında Medea erkek kardeşini öldürür ve parçalara ayırır) Yason, pöstekiye çalmayı başarır, güvenli biçimde vatanına döner ve Korint Kralı olur. Yason ve Medea, mutlu sonla biten bütün peri masallarında olduğu gibi son- suza dek mutlu biçimde yaşamak üzere evlenirler. Ama hiç de öyle olmaz: Yason, karısına duyduğu ilgiyi kaybeder ve Teb Kralı Creon’un genç ve güzel kızı Glauke ile evlenmek için iki çocuğunun annesi sadık Medea’dan ayrılmaya karar verir. Bu duruma öfkelenen fakat sakinliğini koruyan Medea, Glauke için küçük bir taç ve güzel biçimde işlenmiş bir gelinlik hazırlayarak, iki oğluy- la bunları rakibesine gönderir. Glauke gelinliği giydiğinde, gelin- lik bedenini sıkıca sarar ve onu yakarak öldürür. Partington, öldürücü gelinliğin naftaya bulanmış olabileceğini yazıyor; *Greek Fire, Poison Arrows, and Scorpion Bombs* adlı kitabın yazarı Ad- rienne Mayor, bu öldürücü formülün nafta, kükürt ve kireç karışımından oluştuğunu ileri sürmektedir.

“İyi hizmetçimiz, ama kötü efendimiz” olan ateş, diğer yanını savaşlarda en açık biçimiyle gözler önüne serer. Fetihler, eski

zamanlardan beri, ateşle el ele yürümüşlerdir. Örneğin Troya Savaşı büyük bir yangınla sonuçlanmıştı. Ateş politikası, Romalılar dönemine kadar uzanır. Kartaca'ya karşı intikam güden Romalılar, bu kenti yakıp kül etmekle kalmamış, toprağı tuza bulmuşlardı. Fatih William, asi Saksonların arazilerini ateşe vermiş, denize doğru ilerleyen Sherman, Gürcistan'ı, Josef Stalin de Ukrayna'yı yakmıştı. Ne var ki bugün ateş gücü, meşaleler değil de, top gücü anlamına gelir.

Tarihçilerin çoğu, barutun Çinliler tarafından icat edilmiş olduğu konusunda hemfikirdirler. Anlaşılan bu çok önemli kükürt, odun kömürü ve güherçile (potasyum nitrat) karışımı, yaklaşık 800 yıllarında oluşturulmuştu. Bu karışımın asıl hazırlanma amacı bir ölümsüzlük iksiriydi. Çok geçmeden bu yeni icadın sorunlara gebe olduğu anlaşılacaktı. 850 yılında Taocu bir simya kitabı, *The Classified Essentials of the Mysterious Tao of the True Origin of Things*, insanları dikkatsizce yapılan deneylere karşı uyarıyordu: karışımın hassas maddelerini bal ile birlikte ısıtan araştırmacılar, kendi evlerini yakıp kül etmişlerdi. Yine de Çinliler, sonraki yüzyıllar boyunca havai fişekler, roketler, bombalar ve muhtemelen ilk silahları geliştirerek yollarına devam etmişlerdi.

Anlaşılan Çinlilerin barutu ilk kez kestanefişeklerinde kullanılmıştı. Barut öncesi kestanefişekleri, yeşil bambunun uzun olanlarından başka bir şey değildi; bu bitki ateşe atıldığında buharın hızla genleşmesi, mısır tanelerinin patlamasına benzeyen bir işlemle, odunsu bambu gövdelerini büyük bir gürültüyle parçalara ayırırdı. Bu sesin cinleri ve kötü ruhları korkuttuğuna inanılırdı. Belli ki bu sesteki son derece korkmuş olan Marko Polo, bambu fişeklerinin “geceleri 16 kilometre uzaklıktan duyulabilecek ürkütücü bir gürültüyle yandıklarını ve buna alışkın olmayanların kolaylıkla bayılabileceklerini veya ölebileceklerini” anlatıyordu.

Barutun formülünün Avrupa'ya tam olarak nasıl ulaştığı hâlâ bir tartışma konusudur. Pek çok tarihçi, barutun Çinlilerden

Moğollara, onlardan da Araplara geçerek sonunda Batı'ya ulaştığı görüşündedir. Aslında birkaç farklı yerde farklı kişiler tarafından icat edilmiş olabilirdi. İngiltere'de, deneysel bilim alanında yaptığı çalışmalarla ün yapmış Fransisken rahibi olan Roger Bacon, 1268 yılı civarında yazdığı *On the Marvelous Power of Art and of Nature and Concerning the Nullity of Magic* adlı bilimsel bir incelemede barutun muhtemelen orijinal bir formülünü veriyordu. Bacon, açıklamalarını büyük bir ketumlukla vermişti – bileşenlerin tam oranları öyle büyük bir aptallıkla çevrilmiş Latince sözcüklerle verilmişti ki ancak 1904 yılında bir İngiliz topçu albay tarafından çözülebilmisti. Bu, Bacon'un gerçekten de bir tür barut icat etmiş olsa da halkın bunu başka kaynaklardan öğrenmiş olabileceğini gösterir. Bacon belki de bu formülü başka birinden almış birçok insandan yalnızca biriydi: Arapçayı akıcı biçimde konuşabildiği ve böylece formülü Orta Doğu'daki bilgili bir kaynaktan almış olabileceği söylenmektedir.

Barutun icadı üzerinde hak iddia eden bir diğer isim ise, 13. veya 14. yüzyılda hem barutu hem de topu icat etmiş olduğu söylenen Alman simyacı Berthold Schwartz, diğer adıyla Kara Berthold'dur. Oysa günümüzdeki kayıtların çoğu, Berthold'u tamamen uydurma birisi olarak görür; J. R. Partington ise Berthold'un, sırf ilk topun Almanlar tarafından icat edildiğini kanıtlamak amacıyla, kibirli Germen tarihçiler tarafından uydurulmuş bir şahsiyet olduğunu ileri sürmektedir.

İnsanlık tarihi üzerindeki büyük etkisine rağmen ateşli silahın kökeni de belirsizdir. Çin'in Szechuan eyaletindeki Ta-tsu tapınağında yer alan 1128 yılına ait bir kabartma, bazı arkeologlara göre tarihteki ilk ateşli silahlardan birini resmeder: Kabartma, elinde geniş namlusu ateş saçan, yaklaşık gitar büyüklüğünde, çömlek şeklinde silahını tutan boynuzlu şeytanı tasvir eder. Avrupa'da toptan ilk kez 14. yüzyılın başlarında bahsedilir. Anlaşılan ilk modeller çömlek biçimindeydi çünkü bunlara genellikle "ateş çömlekleri" adı veriliyordu. Bu tür bir topun örneği, Walter

de Willamete'in 1326 tarihli "On the Majesty, Wisdom and Duties of Kings" adlı çalışmasında karşımıza çıkar: Resim, elindeki bir parça kızgın demirle silahı ateşleyen, zincirli zırh içerisindeki oldukça çirkin görünümlü bir topçuyu gösterir.

Çömlek biçimindeki topların yerini çok geçmeden boru biçimli daha büyük ve daha hassas top parçaları alacaktı. 21 yaşındaki Osmanlı Sultanı II. Mehmet'in İstanbul'u fethettiği 1453 yılında yaşanan Türk zaferi, aralarında yarım tonluk taş topları ateşleyebilen sekiz metre uzunluktaki dev topların büyük bir başarısıydı. Kenti savunanların, kale burçlarındaki mazgallı siperlerden saman ve deri balyaları sarkıtarak çarpan topların etkisini hafifletmek için verdikleri bütün umutsuzca çabalarına rağmen İstanbul surları, elli dört gün boyunca aralıksız süren barut bazlı top bombardımanının ardından yıkılmıştı; surlarla birlikte bin yıllık Bizans İmparatorluğu da, topun kurbanı olarak, parçalanmıştı. Topun Avrupa'da sahneye çıkışı, askeri bir çağa nokta koymuştu. Bu silahın elde edilmesiyle birlikte efsanevi romantik şövalyelik dönemi sona ermişti; zırhlı şövalye, kılıç, kalkan ve yüksek duvarlarla çevrili şatoların modası artık geçmişti. 1520 yılında Niccolo Machiavelli, bugün bir klasik olarak kabul edilen eseri *Savaş Sanatı*'nda, "Ne kadar kalın olursa olsun, topun birkaç gün içerisinde yıkamayacağı hiçbir duvar yoktur," diyordu.

Görünüşte Çinliler, barutla çalışan "ateş mızrakları", bombalar, yangına yol açan roketler ve başlangıçta eğlence amaçlı bir havai fişek olarak tasarlanmış olan "yer sıçanı" olarak bilinen yaratıcı bir silah geliştirmiş olsalar da, ateşli silahları daha da ileri noktalara taşıma konusunda Batılılar kadar hevesli olmamışlardı. Yine de havai fişekleri büyük bir sanat dalı haline getirmişlerdi. 16. yüzyıl Cizvit ziyaretçileri, patlatılarak göz kamaştırıcı renkler saçan baruttan bahsediyorlardı; ayrıca piroteknik gösterilerinin ilk biçimleri olan ateş ağaçları, alev çiçekleri, parıldayan şeftali çiçekleri ve kıvılcımlar saçan çarklardan da söz ediliyordu. Bunlar, bugün pek çok ulusal bayramda kullanılan havai fişeklerin atala-

rıdır. Kraliçe I. Elizabeth, 14. Louis, Kraliçe Viktorya ve Büyük Peter havai fişekleri çok seviyordu. Havai fişekler tarih boyunca kraliyet doğum günleri, taç giyme törenleri, düğünler, yıldönümleri ve ellinci yıldönümlerinin bir parçası ve askeri zaferlerin kutlama işareti olmuştu. 1519 ile 1556 yılları arasında Kutsal Roma'nın İmparatoru olarak tahtta kalan V. Charles'ın ordusunda, tek görevleri zaferi kutlayan havai fişek gösterileri düzenlemek olan "havai fişek ustaları" vardı.

Bu tür gösterilerin en ünlülerinin arasında Avusturya Veraset Savaşı'nın (1744–1748) sona ermesini kutlamak üzere hazırlanmış gösteriler vardı. İngilizler, bu olayı anmak için, 125 metre uzunluğunda ve 35 metre yüksekliğinde dev bir ahşap makine siparişi vermişlerdi. Bu makine aracılığıyla, hepsi o gün için ünlü İtalyan havai fişek yapımcısı Gaetano Ruggieri tarafından tasarlanmış 11.000 fırlıdak, işaret fişeği ve havai fişek füzesi ateşlenecekti. Gösterinin sorumluluğunu Ruggieri ile birlikte, aralarında kraliyetin baş havai fişekçisi Yüzbaşı Thomas Desaguliers'in de olduğu, birkaç İngiliz piroteknik ustası paylaşıyordu. Birbiri ardına verilen çelişkili emirler bir düzensizlik yaratmış ve makinenin bir kısmı patlamıştı. Tüm bu heyecana rağmen, 12.000 kişilik bir izleyici kitlesini çeken ve Londra Köprüsü üzerinde trafiğin üç saat boyunca tıkanmasına neden olan gösteri, büyük bir başarısızlıkla sonuçlanmıştı. Ruggieri'nin havai fişeklerinin çoğu bir türlü tutuşturulamamıştı; Richmond Dükü, patlatılmayan artıkların tamamını üç hafta sonra verdiği bir bahçe partisinde kullanacaktı.

Çinliler, karabarutun patlayıcı yapısının *yin* ile *yang*'in son derece tesirli birleşiminden kaynaklandığına inanıyorlardı. Dişi (*yin*) güherçile ve erkek (*yang*) sülfür çiftleşerek ateşi oluşturuyorlardı. Bu durumda güherçile, çok büyük farkla hâkim cinstir; barut, % 75 oranında güherçile, % 12 oranında sülfür ve % 13

oranında odun kömüründen oluşmaktadır. Eski insanlara göre güherçile Çin karyıdı; çağdaş kimyacılar için ise potasyum nitrat veya KNO_3 'tür. Barutun ardında yatan sır, potasyum nitratın nitrojen bağımlısı oksijenleridir. Bunlar, sülfür ve odun kömürünün patlayarak yanmalarını destekleyen oksijeni sağlarlar.

Bu üç maddenin içerisinde elde edilmesi en zor olanı her zaman için güherçile olmuştu. Odun kömürü kolaylıkla, odunun kontrollü biçimde yakılmasıyla elde edilebilirdi. Doğada element olarak bulunan sülfür, yanardağ yataklarından –antik dünyada çoğunlukla Sicilya'daki uçsuz bucaksız tortulardan– çıkarılıyor veya demir piritleri (“ahmak altını” ya da demir sülfür) kavruarak üretiliyordu. Oysa güherçilenin, eski formüllerin “gübreli topraklar” olarak bahsettiği organik maddeden çıkarılması ve büyük bir itina ile artırılması gerekiyordu. Bu yüzden barut üretimini kısıtlayan bir madde olmuş ve ona ulaşmak, 15. yüzyıldan 19. yüzyılın ortalarına kadar, bugün petrole sahip olmaya benzeyen ciddi bir stratejik önem arz etmişti. İngilizlerin Yedi Yıl Savaşları'nda (1756–1763) Fransa'ya karşı kazandıkları zafer, güherçile ticaretinde yapılan akıllı bir manevrayla kesinleştirilmişti; İngilizler 1761 yılında Fransızları, o dönemde dünyanın en büyük güherçile kaynağı olan Hindistan'dan çıkarmışlardı. Paris Barış Antlaşması –diğer maddelerinin dışında, Kanada'yı İngiliz egemenliğine bırakmıştı– kısmen de olsa, Fransızların barut stoklarının tehlikeli ölçüde azalmaya başlaması nedeniyle imzalanmıştı.

Güherçile, sülfür ve odun kömürü, üstünkörü karıştırıldıklarında ancak oldukça etkisiz bir barut oluştururlar. Daha etkili ateş gücünün sırrı öğütmeydi. Bu işlem, söz konusu üç bileşenin parçacıklarını yakıt ve oksijen kaynağı birbirine daha yakından bağlanacak şekilde karıştırıyordu. Çok geçmeden, kuru olarak öğütülen barutun, öğüten kişinin suratına patlayabileceği fark edilmişti. Karışıma biraz sıvı katıldığında barut, önce ıslak bir hamur olarak güvenli biçimde öğütülebiliyor, ardından da kurutuluyordu.

Barut ne kadar iyi öğütülürse o kadar hızlı yanıyor ve daha iyi patlıyordu. 18. yüzyıla ait bir Fransız formülü, nihai karışımın güçlü bir etkiye ve “kadınların yüzlerine sürdükleri pudranın kıvamına” ulaşana kadar on iki saat boyunca öğütülmesi gerektiğini belirtiyordu. Bu karışım, sıradan bir 15. yüzyıl topunun kapasitesinin çok üzerindeydi. Fransızların yukarıdaki yöntemle ürettikleri pudra, ilkel bir topu tuzla buz edebilirdi. 29 yaşındaki İskoçya Kralı II. James’i, 1460 yılında Roxburgh Kalesi kuşatmasında patlayan bir top öldürmüştü. Kral, bu topunu ilk kez bir savaşta kullanıyordu ve yeni topundan gurur duyarak, ama karaburutun neler yapabileceğinden bihaber vaziyette, dolu topun çok yakınında durmuştu.

James’in topunun öldürücü biçimde patlaması, ekzotermik bir tepkimenin sonucuydu. Bu, çok büyük miktarlarda enerjiyi ısı biçiminde hızla açığa çıkaran kimyasal bir tepkimedir. Barutun bileşenleri, yakıldıklarında azot üretir; ısıtıldıklarında bu gaz, büyük basınçlar üreterek korkunç bir hızla genişir. Bir karabarut patlamasının ortaya çıkardıklarının yaklaşık % 40’ı gaz halindedir; geriye kalan % 60’lık kısım ise –potasyum karbonat ve sülfür şeklindeki– beyaz duman bulutları olarak yayılan ayrı ayrı parçacıklı katılardır.

Duman çıkarmayan barutların icadından önce, henüz ateşlenmiş silahlardan duman çıkıyordu. Sahra topu, devasa duman bulutları püskürterek askerlerin yüzlerini karartıyor, 18. ve 19. yüzyıldaki savaş alanlarını zifiri bir karanlıkla kaplıyordu. Bugün ateşli silahlarda kullanılan dumansız barutların kökenlerini ararken yapacağımız yolculuk, bizleri 1845 yılına, İsviçre’nin Basel kentindeki bir evin mutfağına götürür. Burada, karışımın evde deney yapmasını kesinlikle izin vermediği kimyacı Christian Friedrich Schonbein, nitrik ve sülfirik asit karışımlarıyla uğraşmaktadır. Schonbein, incelemeleri esnasında elindeki numunelerin bir kısmını yanlılıkla döker. Yakalanmaktan korkarak –Bayan Schonbein korkutucu bir kişiliğe sahip olmalıydı– hemen karışımın pamuk-

lu önlüğünü kapar, kanıtları temizler ve ıslak bezi kuruması için sobanın üzerine asar. Çok geçmeden bir parıltı ve gürültüyle birlikte önlük patlar. Şaşkınlık içerisindeki Schonbein, çoğunlukla pamuk barutu olarak adlandırılan patlayıcı bir molekül olan nitroselülozu keşfetmiştir.

Selüloz, bitkilerin hücre çeperlerinin başlıca bileşenlerinden biridir. İnsanlar bunu sindiremezler; yaşamımızı yaprak ve ot yiyerek sürdüremememizin nedeni budur. Beyaz karıncalar ve inekler ise selülozu ancak, şeker parçacıkları arasındaki inatçı bağların bölünmesi için gereken enzimleri üreten bağırsak bakterilerinin yardımıyla sindirirler. Pamuğun % 90'ı selülozdur. Pamuk nitrik aside batırıldığında nitro (NO₂) kümeleri, selüloz molekülü üzerindeki sayısız noktaya bağlanırlar. Nitrat ne kadar fazla olursa nitroselüloz da o ölçüde patlayıcı oluyordu. Schonbein, buluşundan hiçbir zaman kâr sağlayamadı– fabrikalarının birçoğu havaya uçtu –fakat 1800'lerde Frederick Abel ve James Dewar, bunu başarılı biçimde kullanarak ilk kullanışlı dumansız barut olan korditi üretmişlerdi. 1898 yılındaki İspanya–Amerika Savaşı, karabarutla yapılan son savaş olacaktı; artık savaşlarda Abel ile Dewar'ın ürettiği nitroselüloz ve nitrogliserin karışımının değişik biçimleri kullanılacaktı.

Orta Çağ'da insanlara korku salmış olan karabarut, günümüzde “zayıf” patlayıcı madde sayılır. Gerçek patlayıcı güce sahip maddeler; nitrogliserin, dinamit ve TNT benzeri sözde “güçlü” patlayıcılarıdır. Gliserinin (bugün artık glikol olarak bilinir) nitrik ve sülfürik asitlerle karışımından oluşan nitrogliserin, bir çekiçle vurulduğunda (hatta bazı durumlarda bir tüyle dürtüldüğünde) patlayabilecek kadar tehlikelidir. Karabarut saniyenin binde birlik dilimlerinde 6000 atmosfer basıncı üretirken, nitrogliserin saniyenin milyonda biri kadar kısa bir sürede 270.000 atmosfer basıncı oluşturur. 1847 yılında nitrogliserini keşfetmiş olan Torino Üniversitesi kimya öğretmenlerinden Ascanio Sobrero, ortaya çıkardığı şey karşısında dehşete düşmüş ve bunu ticarete dökmeyi istememişti.

Ne var ki Alfred Nobel, bunu ticarete dökmeğe istekliydi. Nobel, 1831 yılında Stockholm’de doğmuş, ama Rusya’nın St. Petersburg kentinde yetişmiş ve eğitim görmüştü. On yedi yaşına geldiğinde beş dili –İsveççe, Rusça, Fransızca, İngilizce ve Almanca– akıcı biçimde konuşabiliyordu; şiir ve kimya ile çok yakından ilgileniyordu. Şiirden nefret eden babası, oğlunu kimya mühendisliği okuması için yurtdışına gönderdi. Babasının planı başarılı oldu: Alfred, Sobrero ile tanışarak nitrogliserine ilgi duydu ve ilham perisini bir kenara itti.

Nobel ailesinin serveti, her zaman tehlike dolu bir sanayi dalı olmuş olan nitrogliserin fabrikaları ile başlamıştı. O kadar çok sayıda patlama oluyordu ki, ilgili yetkililer Nobel’i Stockholm kentinde çalışmaktan alıkoymuş ve onu, laboratuvarını Malaren Gölü’nün yakınlarında demirlemiş bir mavnada kurmak zorunda bırakmışlardı. Nobel’in araştırması, acımasız nitrogliserin canavarını evcilleştirmeyi ve onu beklenmeyen veya istenmeyen zamanlardan ziyade istenildiği zaman patlayacak bir biçime sokarak kontrol altına almayı amaçlıyordu. Çözüm dinamitti. Nitrogliserin, eylemsiz bir katı maddeyle birleştirildiğinde –Nobel’in tercihi diatome topraktı– silindirik çubuklar haline getirilip, parafine bulanmış kâğıda sarılarak korunan cam macunu benzeri bir maddeye dönüşüyordu. Dinamit –kökeni Yunancada güç anlamındaki *dynamis* kelimesidir– kısa sürede öyle büyük rağbet görmüştü ki, 1868 yılına gelindiğinde Nobel dünyanın dört bir yanında nitrogliserin fabrikaları kurmuştu. Bunların pek çoğu çoktan havaya uçmuştur, ancak Norveç’te sağlam kalan bir fabrika müzeye dönüştürülmüştür.

Ateş izafidir: Barutun yandığı bir yerde dinamit patlar. Güçlü bir patlayıcının müthiş tesiri, muazzam bir şok dalgasının sonucudur. Şok dalgası da gazların süratle genleşmelerinin ürünüdür; gazların böylesi olağanüstü bir hızla genleşmelerinin nedeni de patlamaların sıcak olmasıdır. Kimyasal bir tepkimede ortaya

çıkan ısı, tepkenler ile ürünler arasındaki enerji farkının sonucudur. Yüksek enerjili tepkenler düşük enerjili ürünler oluşturmak üzere yeniden birleştiklerinde, geri kalan enerji ısı olarak açığa çıkarılır. Enerji ne kadar fazla olursa ısı da aynı ölçüde yüksek olur; ısı daha fazla olursa, üretilen gaz da daha hızlı genişler. Bir nitrogliserin patlamasında, gazın yol açtığı şok dalgası, saniyede 6000 metre hızla ilerleyerek yolunun üzerindeki yerli kayaları parparça eder ve binaları havaya uçur.

Alfred Nobel ürettiği patlayıcıların başka amaçlar için kullanılacağını ümit ediyordu; aslında dinamit, Kanada Pasifik Demiryolu, Amerika Kıtalararası Demiryolu, Hoover Barajı ve Panama Kanalı gibi sosyal açıdan ümit verici projelerin arkasındaki güç olmuştu. Ne yazık ki Nobel, nitrogliserinin en barışçıl biçimde –ilaç olarak– kullanılmasını kesinlikle reddetmişti.

Nitrogliserinin fizyolojik etkilerinin farkına varan ilk isim, bu maddenin tadına bakıp da derhal müthiş bir baş ağrısına tutulan Ascanio Sobrero'ydu. Nitrogliserin, yutulduğunda parçalanarak nitrik oksit yayar. Ortaya çıkan bu küçük molekül, metabolizma üzerinde, aralarında kan damarlarının genişlemesi de olan sayısız etkiye sahiptir. Sobrero'nun migreninin kaynağı olan bu özelliğin, kalp kaslarını besleyen kan damarlarının sıkışması sonucu oluşan göğüs ağrılarını dindirerek anjin hastalarına fayda sağladığı anlaşılacaktı. (Nitrik oksidin kan damarını şişiren etkisi, iktidarsızlığa karşı üretilen Viagra adlı ilacın geliştirilmesinde kullanılmıştı.) Kendisi de anjinden mustarip olan Alfred Nobel, işe yaramayacağına ısrar ederek nitrogliserini denemeyi reddetmişti; isteksizliğinin nedeni, nitrogliserin nedeniyle yaşamış olduğu şiddetli baş ağrıları olabilirdi. Nobel, 10 Aralık 1896 tarihinde altmış üç yaşındayken beyin kanaması sonucu ölmüştü. Arkasında bıraktığı büyük serveti, vasiyeti üzerine, her yıl kimya, fizik, tıp, edebiyat ve barış alanlarında ödül verecek bir vakıf kurulması için kullanılacaktı.

Bazı kültürlerin geleneklerinde günahkâr insanların öbür dünyadaki yaşamları kasvetli ve soğuktur; ancak Hıristiyanlar, kötü insanların ateş ile cezalandırılacaklarına inanırlar. Orta Çağ'da cehenneme girilirken bir yanardağın, özellikle de İzlanda'daki en faal ve muhtemelen en sıcak yanardağ olan Hekla'nın içerisinden geçildiği söylenirdi. Yanardağın etrafında kuzgun sürüleri dolanırdı ve bunun önemli bir şey olduğu düşünülürdü; bazıları bunların, son duraklarına gitmekte olan ölümlerin ruhları olduğunu söylerdi. Hıristiyan dininin, Kitab-ı Mukaddes'in son bölümünde tüyler ürpertici biçimde tasvir edilen cehennemi, her ne kadar adını yeraltındaki diyarı soğuk olan Norveç ölüm tanrıçası Hel'den* almış olsa da, inanılmaz ölçüde sıcaktır. Kurnaz ateş tanrısı Loki'nin kızı olan Hel'in, bir yarısı siyah ve diğer yarısı da mavimsi olan çirkin bir suratu ve çürümeye yüz tutmuş bir cesedinkine benzer bir vücudu vardı. Krallığı, savaşta ölmemiş ve bu yüzden ölü kahramanların toplandığı Valhalla'nın görkemli koridorlarına gitmeye hak kazanamamış talihsiz Vikinglerle doluydu.

Öbür dünyayla ilgili görüşlerin büyük bir kısmı, söz konusu yerin- özellikle de olumsuz yönlerinin- *aşağılarda* bir yerlerde olduğu konusunda birleşir. Dante'nin İlahi Komediya'sındaki cehennem, ortası Kudüs'ün tam altında olan bir çukurdur; Hades'in diyarı da dipsiz bir çukurdur; Çin mitolojisinde ölümler diyarı, hayaletlerin yeniden doğmak için sıralarını bekledikleri bir dizi ıslak yeraltı mağarasından ibarettir. John Milton'un Lucifer'i Cennet'ten düştüğünde, dokuz gün boyunca derinliklere doğru ilerlemişti.

Kurallara bakılacak olursa, yeraltındaki cehennemi bölgelerin sıcaklıkları, bu bölgelerin yalnızca ne kadar derinde olduklarına bağlı olmalıdır. Örneğin hepsi üzerlerindeki kaya ve toprak tabakalarıyla sıkıca yalıtılmış mağaralar, genellikle buldukları

* Cehennem kelimesinin İngilizcesi *hell*dir. (Çev.)

yerin yıllık ortalama yüzey sıcaklığına eşit olan dikkat çekecek derecede sabit ortam sıcaklığına sahiptirler. Bu sıcaklıklar çoğunlukla 13 ila 16 derece civarlarında dolanır. Dünyanın en derin mağaraları –Gürcistan’ın Abhazya kentindeki Voronya Mağarası ve Avusturya’nın Salzburg şehri yakınlarındaki Lamprechtsofen-Vogelshcht mağara sistemi –en fazla 1.5 ila 2 kilometre derinliğe sahiptirler. Bir mağara ne kadar derin olursa o kadar sıcak olur. Jeofizikçi J. Marvin Herndon, aşağıya doğru inildikçe artan bu ısının, dünyanın çekirdeğinin ortasında yer alan –muazzam bir doğal nükleer füzyon reaktörüne benzeyen– sekiz kilometre genişliğindeki dev bir uranyum topundan geldiğini ileri sürmektedir. Bu tür kendiliğinden harekete geçmiş reaktörlere dair örnekler vardır. 1972 yılında Fransız bilim adamları, Batı Afrika’daki Gabon Cumhuriyeti’ndeki bir uranyum madeni damarında çok büyük bir doğal nükleer reaktörün kalıntılarını bulmuşlardı; bugüne kadar Gabon’un Oklo uranyum madenlerinde on beş adet bu tür fosil reaktörü tespit edilmiştir. Bunların her biri arkalarında izotoplar şeklinde kanıtlar bırakmışlardır. İzotoplar, atom numarası aynı, kütle numarası farklı olan atomlardır. Uranyum genellikle iki radyoaktif izotop içerir: U-238 ve U-235. Herhangi bir uranyum parçasının yaklaşık % 99,3’ü U-238, geri kalan binde yedilik kısmı ise U-235’den oluşur. Bugün en büyük rağbeti U-235 görür çünkü zincirleme tepkimeyi sürdürme bakımından en iyi izotoptur; bir kilogram U-235, 1500 metrik ton kömürün üreteceği enerjiye eşit olan 20 trilyon jul enerji üretebilir. Ülkelerinin hızla büyüyen nükleer programının ihtiyaçlarını karşılamak için Oklo’da maden çıkarma çalışmaları yürüten Fransızlar, çok istenen U-235’in büyük ölçüde tükenmiş olduğunu gördüklerinde irkilmişlerdi. Oklo’nun uranyum kaynaklarının yaklaşık iki milyar yıl önce doğal yollarla başlayan ve iki yüz yıldan fazla süren büyük bir zincirleme tepkimede kullanılmış olduğu anlaşılacaktı.

Herndon’un, dünyanın çekirdeğinde doğal bir nükleer reaktör olduğu yönündeki teorisi, daha önceleri nedenleri anlaşılmayan olayları açıklaması bakımından aslında son derece ilginçtir.

Dev gezegenler, Jüpiter, Satürn ve Neptün, olmaları gerektiğinden daha parlaktılar; bu, güneşten emdiklerinden daha fazla enerji üretiyor olduklarını gösterir. Bunun mantıklı açıklaması şöyledir: İçeriden dışarıya doğru çok büyük miktarlarda enerji sağlayan iç nükleer füzyon reaktörleri. Dünyanın ne yapacağı belli olmayan manyetik alanı, gömülü reaktörünün durumunu yansıtıyor olabilir. Herndon'un olduğu varsayılan uranyum çekirdeği –U-238 ile U-235'in bir karışımı– muhtemelen, yalnızca parçalanmış uranyum atomlarından enerji üreten değil, aynı zamanda kendi yakıtını parçalanabilen plütonyum ve diğer aktinidlerden üretebilen bir üretim reaktörü işlevi görmektedir. Herndon'a göre, toprağın altındaki varsayılan uranyum stoklarımızın hızla tükeniyor olması kötü bir haberdur. Dünyanın 4.5 milyarlık yaşamında bu stokların yaklaşık % 75'i tüketilmiştir; bugünkü enerji kullanımı oranına göre –yaklaşık dört trilyon vat– bize 2 milyar yıl, hatta daha az süre yetecek kadar uranyum kalmıştır.

T.S. Eliot, 1925 yılında yazdığı *Sahte İnsanlar* adlı şiirinde, dünyanın tıpkı bir kestane fişegi gibi, fakat “patırtıyla değil de iniltiyle” söneceğini söyler. Robert Frost, *Ateş ve Buz* adlı şiirinde, iki seçenek sunarak dünyanın bir ateş veya buzul çağıyla sona ereceğini yazar. Şiirin sonunda kendisi ateş şıkkını seçer; bu seçimi, onun pek çok mitolojiyle aynı fikirde olduğunu gösterir. Eski Norveç efsanesine göre dünyanın sonu, buz çağıyla başlar ve sonunda dünya büyük bir yangınla son bulur. Önce kışların piri Fimbulwinter yeryüzünü donduracak, ardından da Skoll adlı kurt, güneşi yutacaktır. Hint mitolojisinde ise, tanrı Vişnu yeryüzündeki bütün kötülükleri ve ahlaksızlıkları temizleyip de kavrulmuş artıkları bir alev kasırgasında yaktığında dünyada yaşam son bulacaktır. Hıristiyan inanışına göre, gök gürültüleri, yıldırımlar, depremler ve dolu yağışları arasında denizler kana bulanacak, yeryüzü ateşle kavrulacaktır.

İnsanlığın sonunun ne şekilde geleceği –ister savaş, salgın, açlık, ister çevresel duyarsızlık nedeniyle olsun– belirsiz de olsa, gökbilimciler gezegenimizin kaçınılmaz kaderinin ateşli bir son olduğuna inanmaktadırlar. Öldürücü bir asteroit gezegenimize çarpmadıkça güneş tarafından yutulmaya mahkûmuzdur. Aslında bu güneş açısından nahoş bir davranıştır, çünkü insanoğlu, kendisine en yakın yıldız olan güneşi çok eskiden beri saygı duyulacak bir nesne olarak görmüştür. Dünyanın dört bir yanındaki kültürler, mitolojilerinde güneş ögesine çok önemli bir yer vermişlerdir ve pek çoğu onu gücü her şeye yeten bir şahsiyet olarak gösterir. Örneğin Avustralya yerlileri için güneş, elinde bir meşaleyle gökyüzünde dolanan görkemli bir tanrıçaydı. İnsanlarının yaşamlarını sürdürmelerini sağlamak için gecenin karanlık güçleriyle sürekli olarak savaştan Aztek güneş tanrısı Huitzilopochtli, altın bileklikler ve kemerler kuşanmış mavi tenli bir savaşçı olarak betimlenmişti; güneşin her doğuşu, gücünü korumak için uğruna insan kanının feda edilmesine ihtiyaç duyan kavgacı tanrının bir zaferi olarak görülüyordu.

Eski bilginlerin pek çoğu, Güneş ve yıldızların canlı varlıklar olduklarına ciddi biçimde inanıyordu; 1989 yılında Amerikan halkı arasında yapılan bir anket, katılımcıların % 70'inin hâlâ aynı şekilde düşündüğünü göstermişti. Güneş, her ne kadar bir bilim adamının bakış açısına göre biyolojik anlamda canlı olmasa da, kesinlikle canlıdır ve hareket halindedir. Güneş her saniye, nükleer füzyon reaksiyonları yoluyla, beş milyon ton maddeyi enerjiye dönüştürür. Ortaya çıkan enerji gücü, 100 milyar adet bir megatonluk nükleer bombanın patladığında yarattığı güce eşittir. Ancak bu müthiş enerji çıkışının yalnızca çok küçük bir kısmı –milyarda ikilik bölümü– dünyaya ulaşır. Bu bile, gezegenimizin yüzeyinin her bir metrekaresinin 1400 vat enerji alması için yeterlidir. Güneşten gelen bu enerjinin kesilmesi, yeryüzünde yaşamın sona ermesi demektir.

Ateş, tıpkı su gibi, hayati bir elementtir. Ateşin olmadığı yerde yaşam yoktur.

Beşinci Bölüm

Toprak

Güvenli bir limana varıp karaya çıktıklarında, dizlerinin üzerlerine çöktüler ve uçsuz bucaksız, azgın okyanusu aşmalarına yardım eden, yolculukları boyunca onları bütün kötülüklerden ve engellerden kurtararak ayaklarını yeniden toprağa -ait oldukları elemente- sağ salim basmalarını sağlayan Tanrılarına dua ettiler.

William Bradford
Of Plymouth Plantation

Elementlerin en ağırı olan toprak, muhtemelen elementlerin içerisinde kalplerimize en yakın olanıdır. Ne de olsa bizler kara hayvanlarıyız. Topraktan ayrı kaldığımızda onu çok özleriz. Kevin Costner'ın oynadığı 1995 yapımı *Su Dünyası* adlı filmde, yaşanabilecek en kötü küresel ısınma gerçekleşmiştir: Dünyanın her tarafı sular altında kalmıştır; mutant denizcimiz Costner, bir katamaranın üzerinde dalgaları aşarak en çok istenen şeyi, bir kara parçasını bulmaya çalışır. Kara, bizim ait olduğumuz yerdir.

Ayaklarımızın altındaki toprak, kendimizi güvende hissettirir. Bazıları toprağın bundan fazlasını hissettirdiğini iddia eder. James Bain, 1914 tarihli *The Barefoot League: The Manifold Nutriments Obtained for the Body through Barefoot Walking* adlı kitabında şöyle diyor: “Toprağın, üzerine bastığımız her bir parçası, vücudumuzun sağlığına fayda sağlayan bir işlev görür. Örneğin taze çimenin üzerinde yürüdüğümüzde onun tazeliğini, canlılığını ve sakinleştirici etkisini alırız.” Toprağın üzerinde yalnızca yürümek, doğayla aramızdaki bariyerin kalkması, ayakları-

mız aracılığıyla toprakla *bir bütün* olunması anlamına gelir. Bizler belki de Yunan mitolojisindeki dev Antaneus'un daha küçük biçimleriyizdir. Antaneus gücünü, toprakla temasından alıyordu. Toprak –gerçek steroid hormonu– Antaneus'u sırtı yere gelmeyen bir güreşçiye dönüştürmüştü. Antaneus, sonunda onu zayıf düşene kadar havada tutup, ardından da boğan Herkül'e yenik düşmüştü.

Pek çok mitolojide toprak, bize yalnızca en uygun değil, aynı zamanda hamurumuzda bulunan elementtir. Doğu Kanada'nın Micmac Kızılderilileri, ilk insanların kumdan; Hopiler ise renkli çamurdan yapılmış olduğunu iddia eder. Eski Ahit'in Yaratılış kitabına göre ilk insan “toprağın tozundan” yapılmıştı; ilk kadın da ilk erkeğin kaburgalarından doğmuştu.

Su, rüzgâr ve ateş, bizleri korkuttukları için zoraki saygımızı kazanmışlardı, ama toprak ilk insanlara oldukça nazik biçimde görünmüştü. Toprak her zaman için bir anne, besleyici, gıda ve sığınak sağlayıcı, bebekler ile mahsullerin koruyucu azisesi olmuştur. “Toprak ana” ifadesi bugünlerde gözümüzün önüne kafftanlar ve organik domatesler getirir, ancak asıl toprak ana, çok sayıdaki çocuğundan, verdiği talimatları yerine getirmelerini isteyen son derece güçlü bir anneydi.

İlk toprak anaların –en azından biz onların öyle olduklarını düşünürüz– tarihçesi Taş Devri'nin sonlarına kadar uzanır. Bunların en çok bilineni, kabaca patates şeklindeki kireçtaşından yapılmış küçük bir figürdür. On santimetrelik bu heykelciğin adı Willendorf Venüsü'dür. Avrupa'nın dört bir yanındaki neolitik döneme ait kazı yerlerinde bu taş kadınlardan düzinelerce bulunmuştur. Arkeologlar, bunların tarih öncesi bereket ve cinsellik kültürünün kalıntıları olduğunu düşünmektedirler. Taş Devri'nin şişman bayanları zamanla daha narin ve daha baştan çıkarıcı toprak tanrıçalarına dönüşmüşlerdi. Bunların arasında Sümerli Ninhursag, Babilli İhtar, Mısırlı Isis, 52 numaralı tellür elementine adını veren Romalı Tellus ve Alman Ertha ile Erda Tanrıçaları vardır.

Toprak anaların (veya bazen babaların), tıpkı evrensel bir tanık koruma programına dâhil edilmiş kişilerinki gibi, esrarengiz kökenleri vardır. Çoğu kaos, sonsuz karanlık veya başlangıçtan beri var olan büyük bir sis tabakasının içerisinde birdenbire çıkmıştı. Genellikle birbiriyle çelişen ve sürekli olarak değişen kimlikleri olmuştur; örneğin Yunan Toprak Anası Gaia, bazen bir insan, bazen bir yer ve nadiren de bu ikisinin tuhaf bir karışımı olarak resmedilir.

Toprağı insan vücudu olarak tasvir edenler yalnızca Yunanlılar değildi. Çin mitolojisinde yaratıcı tanrı Pan Ku, 18.000 yılını kâinatı tasarlamaya harcamıştı; (bitkinlikten) ölümü üzerine kafası yeryüzünün dağlarını, kanı nehirleri, eti toprağı, kemikleri kayaları ve sona eren nefesi de rüzgârı ve bulutları oluşturmuştu. İskandinav mitolojisinde yeryüzü ile gökyüzü, katledilen buz devi Ymir'in kalıntılarıydı. Tahiti efsanesinde, bir sinir krizi anında dünyayı yaratmış olan tanrı Ta'arua, sonunda kendisini parçalara ayırmış; bedeni toprağa, belkemiği dağlara, iç organları da bulutlara dönüşmüştü.

Gaia ise bütün bunları, hayatına son vermeden meydana getirmeyi başarmıştı. Bu nedenle 1970'lerde İngiliz kimyacı James Lovelock ve Amerikalı mikrobiyolog Lynn Margulis, dünyanın cansız bir yığın değil, aksine canlı bir organizma olduğunu ileri süren kuramlarına onun anısına Gaia adını vermişlerdi. Elbette bütün gezegenler organizma olarak nitelendirilemez. Örneğin Merkür, Venüs ve Mars, uzay boşluğundaki kaya parçalarından başka bir şey değildirler. Dünya ise canlı bir gezegendir, çünkü üzerinde –tıpkı akciğerler, karaciğer, kalp ve beynin insanoğlunu sağ tutmak amacıyla işbirliği yaptıkları gibi– uygun bir iklim yaratmak için işbirliği içinde çalışan canlı varlıklar vardır.

Pliny the Elder, “onun (tabiat) insanoğluna iyi bir annelik mi, yoksa zalim bir üvey annelik mi yaptığına karar vermek çok zordur,” diyordu. Gaia, onun yaşam öyküsünü yazan eski insanlara göre, hiç de örnek bir anne tipi değildi: ensest ilişki yaşamış

ve zina yapmış, inanılmaz sayıda gayri meşru çocuk doğurmuş ve kocası Uranüs'ü hadım ettirmişti. Bu, Gaia'nın çirkin yüzüdür: Dişleri ve pençeleri kanlar içerisindeki tabiat. Tabiatın üyeleri de yaşamlarını sürdürebilmek için hiç de hoş olmayan şeylere girerler. Aslanlar zebraları; kutup ayıları fokları yer; yılanlar fareleri yutar; köpekbalıkları –nadiren de olsa– insanları bile yerler. Şempanzeler yeni doğmuş bebekleri öldürürler; kalabalık içerisindeki tavuklar, yabancıları gagalayarak öldürürler; dişi örümcekler ve peygamberdeveleri, kısa bir cinsel birlikteliğin ardından eşlerini yerler.

Dört elementin içerisinde günlük yaşamlarımıza en çok giren element topraktır. Su, hava ve ateşin –vücudumuzun hücrelerindeki deniz, başlarımızın üzerindeki 480 kilometre yüksekliğe sahip gaz kütlesi, gezegenimizin çekirdeğindeki ateş– farkında olmayabiliriz ve günlük işlerimizi bu üç elemente pek de minnettarlık duymadan sürdürebiliriz. Ne var ki toprağı göz ardı etmek çok zordur. Toprak, sağlamlığın ve özümüzün elementidir. Ayağa her kalkışımız, oturduğumuz, bir çitin üzerinden atlayışımız veya bir kahve fincanını düşürüşümüzde toprağa temas ederiz.

Bizlere bu kadar yakın olan, varlığını her an hissettiren toprağın –genel olarak yeryüzünün– altına incek olursak bambaşka bir âlemle karşılaşırız. Dünyanın iç kısmı sıcaktır ve derinlere indikçe sıcaklık daha da artar. Sıcaklık her 4.5 metrede ortalama bir santigrat derece artarak, dünyanın merkezine gelindiğinde 15.700 dereceye ulaşır. Ayak parmaklarımızın çok altında yanan bu ateş, gezegenimizin donarak katılaşmasını önler ve yerkürenin yüzeyinin yavaş yavaş yeniden şekillenmesini sağlayan enerjiyi tedarik eder. Kıtaların oluşumuna yol açan plaka hareketlenmelerinin kaynağı bu ısıdır – daha doğrusu, sobanın üzerindeki suyun kaynama noktasına gelmesini sağlayan mekanizmanın aynı-

sı, yani termal konveksiyondur. Su dolu bir kabı sıcak bir ocağın üzerine koyduğunuzda, ısı kaynağına en yakın yerde olan dipteki suyun ilk önce ısınacağını görürsünüz. Dipteki su ısındıkça yoğunluğu azalacak ve hafifleyen su kütlesi, kabın üst kısmına yükselecektir. Burada suyun daha soğuk kısmı ve daha da soğuk hava ile temas eden sıcak su kütlesi soğur, yoğunluğu artar ve batar, sonunda da tüm sürece yeniden başlamak üzere dibe iner. Kısır döngü halinde işleyen bu yola (sıcak-yükseliş/soğuk-düşüş) konveksiyon akımı adı verilir. Bu tür akımlar, bir ısı kaynağı ile bir soğukluk kaynağı arasında kalmış bütün sıvılarda (su, çorba ve yeraltındaki erimiş tortularda) gerçekleşir. Söz konusu gezeğimiz olduğunda, ısı kaynağı muhtemelen radyoaktif çürüme ile dünyanın çekirdeğinde en başından beri var olan ısının bir bileşimidir. Soğukluk kaynağı ise yerkabuğunun dış kısmındaki kayalar, atmosfer ve nihayet uzayın dondurucu soğukluktaki derinlikleridir. Isı, kıtaları taşıyan plakaların ne kadar ve hangi hızda ilerleyeceklerini belirler. Jeologlar, dünyanın çok daha sıcak olduğu Archaean Devri'nde -2.5 milyar yıl önce- yüzey şekillerinin oluşumlarına yol açan plakaların daha hareketli ve daha fazla olduklarını varsaymaktadırlar.

Günümüzde uydu aracılığıyla küresel konumlandırma sisteminden (GPS) alınan ölçümlere dayanılarak yapılan hesaplamalar, plakaların yılda 5 ila 10 santimetre hareket ettiklerini göstermektedir. Aslında beş santimetre çok da bir şey ifade etmez -sıradan bir salyangoz, bu mesafeyi yarım dakikada kat edebilir- fakat yeterli zaman ve süreklilik olması durumunda bu rakam gerçekten çok önemlidir. Santim santim ilerleyen bu plakalar, Hindistan'ı Madagaskar'dan ayırmış, Himalayalar'ı ortaya çıkarmış, Panama geçidini kapatmış, Cebelitarık Boğazı'nı açmış ve Kızıldeniz'in kıyılarını birbirinden ayırmıştır.

Doğa, en büyük gayrimenkul satıcısıdır. Yerkürenin neresinde bulunduğunuz, kişisel çevrenizin sınırlarını çizer, gardırobunuzdaki giysilerin ağırlıkla ne tür olacağına karar verir, beslenme biçiminizi şekillendirir, sosyal ve kültürel yaşamınızı belirler ve meslek fırsatlarınızın yollarını çizer. Günümüzde insanlar elbette büyük ölçüde istedikleri yere gitme imkânına sahiptirler, ama uzun vadede ipleri elinde tutan doğadır. Doğa ayrıca çevremizdeki manzarayı da şekillendirir. Örneğin sıradağlar, jeologlar tarafından orojeni (dağ oluşumu) olarak adlandırılan güçlü plaka hareketlerinin, yani yerkabuğundaki şiddetli çarpışmaların ürünüdür. Dünyadaki dağların tuhaf biçimde kıvrımlı olmaları, plaka hareketleri kuramının ortaya çıkmasından önce jeoloji alanında çok büyük bir belirsizliğe sebep olmuştu. Dağların –bütün dağ sıralarının– buldukları yerlerde toprağın altından pat diye çıkmış olmalarının hiçbir mantıklı açıklaması yoktu. John Van Dyke’in 1916 yılında yayınlanan *Dağ* adlı kitabına göre en yakın olasılık, gezegenin büzülmesiydi: Dünyanın iç kısmı soğuyup büzülürken, yüzeyi kurutulmuş bir elmanın solmuş kabuğu gibi kırışarak, buruşuk dağ sıraları oluşturmuştu. Ne yazık ki bu varsayım, eğer bütün gezegen büzülüyorsa neden *daha fazla* dağ olmadığını açıklayamıyordu ve düzlüklerin varlığının açıklanması konusunda jeologların kafalarını karıştırmıştı.

Alpler, Apalaş Dağları ve Himalayalar kıvrımlı dağlardır. Alpler, Avrupa ve Batı Asya’nın Afrika plakası ile çarpışması sonucunda ortaya çıkmıştı; Apalaşlar, Kuzey Amerika ile Avrasya’nın karşılaşmasının kalıntılarıdır; Himalayalar ise 40 milyon yıl önce gerçekleşen bir kırılmanın muhteşem eseridir. Bu kırılmada, Hint-Avustralya plakası üzerinde kuzeye doğru ilerleyen Hindistan, Avrasya plakasından çıkan Asya kıtası ile karşılaşmış, ardından da hiçbir şey olmamış gibi yoluna devam etmişti. Dağ silsileleri genelde uzun süreli jeolojik yutma ve yutkunma sürecinin sonuçlarıdır. Elbette bütün dağlar, bu tip dağ oluşumu süreçlerinin ürünleri değildir. Japonya’daki Fuji, Afrika’daki Kiliman-

jaro, Meksika'daki Pinatubo ve Washington'daki St. Helens dağlarının hepsi birer yanardağdır ve bu yüzden –her ne kadar belirligin biçimde dağ gibi *görünmeler* de– kendi başlarına farklı bir jeolojik sınıf oluştururlar. Ay'daki dağlar –onlara Alpler, Karpatlar, Apennineler ve Pireneler gibi dünyanın belli başlı dağlarının isimleri verilmiş olsa da– devasa göktaşlarının Ay'ın yüzeyine çarpmaları sonucunda meydana gelmiş olan tepelerdir. Tamamen katı olan Ay'da herhangi bir tektonik faaliyet yoktur. Güneş sistemindeki en büyük dağ –Mars'taki 24 kilometre yüksekliğe sahip Olympos Mons– bir yanardağdır. Mars'ın yerkabuğu, tıpkı Ay'inki gibi hareketsizdir; bu gezegen bir bowling topu kadar katıdır. Yalnızca dünya üzerinde yerkabuğundaki çarpışmalar sonucunda oluşan dağlar vardır; dağlarımız, tıpkı onlara tırmanmaya çalışan cesur, aldanmış ya da delicesine iyimser kişiler gibi eşsizdirler.

1754 yılında konuyla ilgili bir makale yazmış olan İsviçreli Elie Bertrand'a göre dağların pek çok ve çeşitli faydaları vardır. Dünyanın altyapısı işlevini görürler; ülkelerin sınırlarını belirlerler; seyredildiklerinde güzel duygulara yol açar ve ilham verirler; rüzgârları ve pınarları oluştururlar. 18. yüzyılın başlarında dağlar, birçok insan tarafından, ilahî öfkenin işaretleri olarak yeryüzüne fırlatılmış korkunç, çirkin, biçimsiz ve gereksiz yumrulu ucubeler olarak görülüyordu. Kral III. George, dağları çirkin buluyordu; Samuel Johnson, onları doğadan dışlanmış kısır nesnelere olarak adlandırıyordu.

Görkemli dağlarımız, küresel açıdan küçük patatesler gibi olabilirler, fakat sıradan bir insanın –Kral George dışında– bakış açısından dehşet vericidirler. Sayıları da şaşırtıcı ölçüde azdır. Jeologlar bunu, hipsometrik eğri adı verilen matematiksel bir grafik kullanarak gösterirler. Elde edilen sonuçlara göre, dünya yüzeyinin yaklaşık % 70'i –bir kara hayvanının bakış açısından– su altında olduğu için aslında yüksekliği yoktur. Yaklaşık % 20'lik kısmı ise hemen hemen deniz seviyesindedir. Dünyanın % 9'dan

az bir kısmı, deniz seviyesinden en az 600 metre yüksektedir ve dünyanın yalnızca % 3'ü en az 3000 metre yüksekliğe sahiptir.

Büyüklik ve nadirlik etkileyici bir ikilidir. Yüksek tepeler, doruklar, sarp kayalıklar ve uçurumlarla dolu dünya, insanda hayranlık ve şaşkınlık uyandırır. Birçok mitolojide, tanrıların dağların erişilmez zirvelerinde yaşadıklarına inanılıyordu. Eski Hindular, tanrı Siva'nın altın sarısı ve eflatun bulutlara sarınmış bir hâlde, elmas tanelerinden yapılmış bir yatağın üzerinde oturarak, Himalayalar'ın üst kısımlarında yaşadığını iddia ediyorlardı. Yunanlılar, Zeus'un yıldırımları Olimpos Dağı'nın tepesinden fırlattığına inanıyorlardı.

Dünyanın her yanındaki kültürler, aydınlanmaya erişmek için dağlara tırmanan korkusuz kişilerle doludur. Musa, On Emir'i almak üzere Mısır'ın Sina Dağı'na tırmanmıştı; Muhammed, Suudi Arabistan'ın Hira Dağı'na tırmanmış ve burada, İslamiyet'in doğuşunu sağlayan rüyayı görmüştü; İsa, Hıristiyanlığın en ünlü vaazını bir dağın üzerinde vermişti. Budistler, nirvanaya erişmek için dağlara tırmanırlar: Her yıl yarım milyon hacı, Japonya'nın Fuji Dağı'nın 3776 metre yükseklikteki bölümüne kadar tırmanır. Çin imparatorları, 3000 yılı aşkın bir süre boyunca, Çin'in Beş Kutsal Dağı'nın en başta geleni Shandong Eyaleti'ndeki Taishan Dağı'na hac ziyaretleri yapmışlardı. Taishan'ın zirvesine tırmanmanın söz konusu kişiye yüz yıllık bir ömür verdiği söylenir, ancak bu ödüle rağmen, imparatorluk ziyaretçilerinin yalnızca beş tanesi zirveye ulaşabilmişti. Bunlardan biri de, bu dağa on bir kez tırmanmış olan oldukça atletik bir yapıya sahip Mançu Hanedanı İmparatoru Qianlong'du. (1799 yılında, 88 yaşındayken ölmüştü.)

Tırmanma, entelektüel veya manevi sorunların üstesinden gelmek anlamında kullanılan bir metafordur. Oysa bazen sırf fiziksel yapımızı sınamak için tırmanırız. Dağcılık spor olarak 19. yüzyılın ilk yarısında popüler hale gelmişti. Bu dönemde Avrupalı dağcılar Alpler'e akın etmişler; bunun sonucunda bölgede otel-

ler, restoranlar, gezi rehberleri ile beraber hızla büyüyen bir turizm endüstrisi doğmuştu. Bu spora yeni başlayan kişilere yönelik faydalı ipuçlarıyla dolu rehber kitaplar hızla çoğalmıştı. Bu kitapların verdikleri ipuçları arasında beslenmeyle ilgili uyarılar (kızartılmış peynirden sakının), kar körlüğünü önleyici tedbirler (yeşil krep) ve ağrıyan ayaklar için tedavi yöntemleri (saf konyak tedavisi) vardı. Dağcılık giysileri, her ne kadar onları giyenleri hiçbir zaman tatmin edici ölçüde kuru veya sıcak tutmamış olsalar da, gittikçe artan bir yaratıcılıkla imal ediliyordu. Yontma Taş Devri'ndeki insanlar tırmanışlarına keçi derisinden yapılmış toz-luklarla başlarken, 19. yüzyılda Alpler'e tırmanan kişile tüvit toz-luklar, muflonlu yelekler, örme eldivenler ve tabanında iri çiviler bulunan deri botlar giyiyorlardı.

Yükseklere çıkmaya duyulan heves, 1865 yılında, Matterhorn'un zirvesine ulaşan ilk ekibin başındaki Edward Whymper'in dört arkadaşının iniş esnasında iplerinin kopması sonucu büyük bir buz yarığına düşerek ölmeleriyle ağır bir darbe almıştı. Bu facia bütün dünyada duyularak şok etkisi yaratmış, Kraliçe Viktorya'yı dağcılığın tamamıyla yasaklanmasını düşünmeye sevk etmişti. Ancak insanların yükseklere çıkma tutkusunu dizginlemek için vakit artık çok geçti. Whymper, bizzat Alpler'e gidecek ve Matterhorn'a iki kez daha tırmanacaktı. Diğer dağcılar da gözlerini daha uzaklara, Amerika kıtasındaki dağlara ve en büyük hedefe, yeryüzündeki en yüksek zirvelerin ev sahibi heybetli Himalayalar'a dikmeye başlamışlardı.

Dünyanın en yüksek ilk on dağı ve 8850 metre yüksekliğe sahip görkemli Everest Dağı Himalayalar'da yer alır. Tibet dilindeki ismi –Çomolungma, yani Dünyanın Ana Tanrıçası– yavan Everest isminden daha fazla yakışır; dağın İngilizce ismi, 1865 yılında, 1830'larda ve 1840'larda Hindistan kadastro müdürü olarak görev yapan Sir George Everest'in onuruna verilmişti. George Everest belki de bu dağı hiçbir zaman görmemişti. Everest'in müthiş yüksekliği, dik eğimi, dondurucu soğukları, dinmek bil-

meyen rüzgârları ve –zirveye doğru– tehlikeli noktaya varan düşük atmosfer basıncı ile oksijen azlığı, hevesli bir dağcının üstesinden gelmek zorunda olduğu pek çok zorluk arasında yer alıyordu. Zirveye ancak 1953 yılında, Sir Edmund Hillary ve Tenzing Norgay ulaşacaktı. Hillary, bu büyük başarıyı şu muzaffer sözcüklerle kutlamıştı: “Evet, sonunda piçi alt ettik.”

George Leigh Mallory, 1924 yılında Everest’e yapacağı ve kendisini ölüme götürecektir olan son tırmanış girişimine kadar, “Neden Everest’e tırmanıyorsunuz?” sorusundan kesinlikle bıkmıştı. Tırmanıştan birkaç ay önce *New York Times* gazetesinin bir muhabirine verdiği cevap kısa ve özdü: “Çünkü dağ orada duruyor.” 1922 yılında ise bu soruya daha kapsamlı bir cevap vermişti. Verdiği cevap, dağların zirvelerinde ne bulduğumuzu mantıklı biçimde açıklamaktadır. Mallory şöyle demişti: “Dağa tırmanmanın hiçbir faydası yoktur. Hiçbir şey elde edemezsiniz. Sadece insan vücudunun yüksek rakımlarda ne gibi tepkiler verdiği konusunda az da olsa fikir edinebilirsiniz. Ama bunun dışında kesinlikle maddi bir kazanç olmaz. İnerken beraberimizde bir parça altın, gümüş, mücevher, kömür veya demir getirmemiz söz konusu değildir. Eğer dağa tırmanan kişinin içerisinde bu dağın meydan okumasına karşılık vermek, gidip onunla karşılaşmak ve ona tırmanmak için bir ateşin yandığını göremiyorsanız, o zaman neden oraya gittiğimizi anlayamazsınız. Bu maceradan elde ettiğimiz tek şey hazdır. Ve haz, ne de olsa, yaşamın sonudur.”

Bu duyguyu, çok daha alçak dağlara tırmananlar bile yaşar. Benim yaşadığım yer olan Vermont’taki dağlar, heybetli Himalayalar’la karşılaştırıldıklarında, cüce kalırlar; bölgedeki en yüksek dağ, Yeşil Dağ sırasındaki 1340 metrelik Mansfield Dağı’dır. Bu dağ, yandan bakıldığında çeneye benzediği için yöre halkı arasında Çene Dağı olarak bilinir. Berrak bir günde Çene Dağı’ndan çevreye baktığınızda bütün dağları, vadileri ve tepeleri rahatlıkla görebilirsiniz: Adirondack Dağları, Taconic Dağları, New Hamps-

hire'in Beyaz Dağları, uzaklardaki Champlain Gölü'nün mavi pırlıltısı ve hatta kuzeye doğru bakıldığında, Montreal'in gümüşü silüeti. Burada bile, baldır kaslarınızı zorladığınızın bilinci içerisinde, içinizi bir başarı duygusu ve Mallory'nin yaşadığı türden bir haz kaplar. Artık zorluğun üstesinden gelmişsinizdir ve ödülünüz dağın zirvesidir.

40 milyon yaşındaki Himalayalar, esasen genç dağlardır; Kaliforniya'daki Sierra Nevada Dağları Himalayalar'dan iki, Apalaş dağ sırası ise altı kat yaşlıdır. Genç Everest, hâla büyümekte ve yılda 3 ila 5 milimetre *boy atmaktadır*. Aslında bu, dağın zirvesine çıkmayı başaran her dağcının yeni bir dünya rekoru kırıyor olduğu anlamına gelir. Hava şartları ve erozyonun saldırıları altındaki daha yaşlı dağlar ise aksine alçalmaktadırlar. Rüzgâr ve su – öldürücü ikili – bir araya geldiklerinde bir dağ sırasını birkaç on milyon yıl içerisinde dağdan tepeye, ardından da hiçbir özelliği olmayan bir ovaya dönüştürebilirler.

Dağların beklenmedik biçimde uzun ömürlü olmaları, izostatik denge olarak bilinen yüzeyde kalma ile batma arasındaki hassas dengeye bağlıdır. Toprak aslında bir sal görevi görür ve üzerine çok yük binmesi durumunda, altındaki çekirdek kabuğunun derinliklerine doğru batır. Öte yandan, üzerindeki dağ yükü hafiflediğinde çekirdek kabuğunun eriyik denizinde daha yükselmeğe doğru çıkar. İzostatiğinin işe yaramasının nedeni, sıradan bir dağın, görüldüğünden çok daha fazlasına sahip olmasıdır. Her zirvenin büyük bir kısmı gömülüdür. Dağlar, tıpkı kutup denizlerindeki buzdağları gibi, dünyanın çekirdeğinin kabuğunun yüzeyinde dururlar: Kütlelerinin onda biri göğe doğru yükselirken, geriye kalan onda dokuzluk bölümü ise yerkabuğunun dibine batır. Bir dağın üst kısımları aşınırken, gizli kökler kaybı telafi etmek için yükselirler. Ne yazık ki sonunda kazanan taraf aşın-

ma olur; yerkabuğu, daha fazla yükselemez hâle gelir ve en heybetli yüce dağlar bile, acımasızca, meyve veren düzlükler hâline getirilir.

Dünyadaki en uzun dağ sırası su altındadır. 1950'lerde Atlas Okyanusu'nun dalgalı sularında dolaşan Columbia Üniversitesi Lamont Jeolojik Gözlemevi'nden araştırmacılar, Grönland'ın kuzeyinden kıtasal Afrika'nın güneydeki bir noktasına kadar yaklaşık 14.400 kilometre boyunca uzanarak dünyanın en uzun dağ sırasını oluşturan Orta Atlantik Dağ Sırası'nın haritasını çıkarmışlardı. Benzer dağ sıraları, Meksika'nın güneyinden Doğu Pasifik'e doğru ilerler ve Hint Okyanusu'nun altından (Carlsburg Dağ Sırası) güneybatıya doğru kıvrılır. Bu, dünya çapında toplam 59.500 kilometrelik bir deniz altı dağ sırası anlamına gelir. Bu oluşumlar, kara ile kıyaslandıklarında oldukça genç sayılırlar. Kara, denizin dibinden çok yaşlıdır: Büyük Kanyon'un kayalık tabanı 570 milyon; Güney Dakota'nın Black Hills bölgesindeki kayalar 1.46 milyar; Grönland'ın batısındaki kayalıklar ise 3.8 milyar yaşındadır. Bugüne kadar yeryüzünde tespit edilmiş en eski mineral parçası –ufacık zirkon kristalleri parçaları hâlinde– Avustralya'nın batısındaki tepelerde bulunmuştur ve neredeyse Ay ile aynı, 4.4 milyar yaşındadır.

Hiçbir şey, şu esen rüzgâr bile, bu dünyanın kabuğu kadar kararsız değildir.

Charles Darwin

Yunanlıların elementlerinin her birinin kötü tarafları vardır. Su, seller ve tsunamiler; hava, kasırgalar; ormanları yakıp kül eden ateş ise kontrolden çıkmış bir yangındır. Bu elementlerin öfkelerinin yanında toprak sağlam, ağır, güvenilir, hatta bir parça sıkıcı kalır. Eski insanlar için toprak, sabit ve hareketsiz bir yerli

kayaydı. Toprağa psikolojik bir yakınlığı olanların güvenilir ama inatçı, dikkatli ve bir tartışmanın içine çekilmeleri mümkün olmayan kişiler oldukları söylenir. Bu kişiler sabırlı ve düzenlidirler, ayrıca uzun vadeli ilişkilerden hoşlanırlar.

Ne var ki toprak hiç de hareketsiz değildir. Ayaklarımızın altında sürekli hareket halindedir; sadece bu işi son derece yavaş biçimde yapar. Toprağın altındaki ağır hareketlenmeler çok uzun zaman dilimlerinde –bazen birkaç milyon yıl içerisinde– bir noktaya varırlar. Öte yandan, bu ağır hareketler bazen büyük felaketlere yol açabilirler. Depremler, eski Japonlara göre devasa bir yarınbalığının kuyruğunun sallanması; Moğollara göre ise dünyayı alttan destekleyen kocaman bir kurbağanın ayaklarının tökezlemesi sonucu oluşuyordu. Kızılderililer, depremlerin suçunu öfkeli tanrıların üzerine atıyor; eski Yunanlılar ise bunları, öfke nöbetine tutularak üç çatallı mızrağını deniz tabanına vuran Poseidon'a bağlıyorlardı. Sonuç her hâlükârda aynıdır: Yerin şiddetli biçimde sallanması ve beraberinde insanoğlunun onun üzerine diktiği hemen her şeyin yıkılmasıdır. Can kaybı ise korkunç boyutlara ulaşabilir: 1923 Yokohama depreminde 200.000; 1935 Quetta (Hindistan) depreminde 50.000; 1970'de Peru'nun kuzeyinde meydana gelen depremde 70.000; 1976 Tangshan (Çin) depreminde 242.000 ve 2003 İran depreminde 41.000 insan yaşamını kaybetmişti. 62 yılında meydana gelen bir deprem, şehri yerle bir etmişti; bundan 17 yıl sonra Vesuvius Yanardağı patlayıp şehri bir kez daha ve tamamen yok ettiğinde, şehrin yorgun halkı depremin yaralarını hâlâ sarmaktaydı.

Dünyada her yıl 100.000'nin üzerinde deprem meydana gelir ve bunların hemen hepsi ani baskındır. Onlarca yıldır yürütülen araştırmalara rağmen depremleri önceden tespit etme imkân ve kabiliyetimiz, çingenelerin falcılıklarından öte bir şey değildir. Oysa bir depremin şiddetini gittikçe daha kesin biçimde saptamaktayız. Bilinen ilk deprem ölçme aygıtı –deprem fırlıdığı adındaki ilkel bir sismograf– 2. yüzyılda Çin'de icat edilmişti. Bu ay-

gıt, tunçtan yapılmış vazo benzeri bir kaptı. Üzerine, her biri ağzında metal bir top tutan sekiz tane ejderha kafası yerleştirilmişti. Yer sarsıntısı olduğunda ejderhaların ağızlarındaki toplar, altlarında duran tunçtan yapıma karakurbağalarının açık duran ağızlarına düşüyordu. Daha sonra yapılan aletlerde sarkaçtan faydalanılmıştı. Bu aletleri yapan kişiler, sarkacın yer sarsıntısına karşı hassas olduğunu fark etmişlerdi. Örneğin deprem esnasında kilise çanları genellikle çalıyordu. 1873 yılında İtalya'da tasarlanan ilk Batılı sismografta iki tane sarkaç kullanılmıştı: Bir tanesi kuzey-güney, diğeri de doğu-batı yönündeki hareketleri saptıyordu, ayrıca aşağıya ve yukarıya doğru hareketleri ölçmek için de üzerine ağırlık konulmuş bir yay kullanılmıştı. Modern aletlerin bazıları hâlâ sarkaç temellidir; daha gelişmiş modellerde ise yerli kayaya yerleştirilmiş elektronik alıcılar vardır.

Depremin büyüklüğü günümüzde çoğunlukla Richter Ölçeği ile ölçülmektedir. Bu ölçek, Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nden deprem bilim uzmanları Charles Richter ve Beno Gutenberg tarafından 1935 yılında tasarlanmıştı. Sismograftan elde edilen verilere dayanan Richter Ölçeği, logaritmik olarak 0'dan 9'a kadar gider. Bu, her Richter seviyesinin kendisinden bir öncekinden on kat büyük olduğu anlamına gelir. Richter'e göre 7.0 büyüklüğündeki bir deprem, 6.0 büyüklüğündeki depremden on kat ve 1.0 büyüklüğündeki depremden de bir milyon kat güçlüdür. 7.0 şiddetindeki bir deprem kesinlikle büyük sayılır: San Francisco'nun otoyollarını çökerten 1989 depremi, Richter Ölçeği'ne göre 6.9 büyüklüğündeydi. Bundan daha büyükleri vardır: 1999 yılında Türkiye'nin Düzce ilini yerle bir eden depremin büyüklüğü 7.2 idi; 1985 Mexico City depremi 8.1; 1964'te Alaska'nın Prince William Sound bölgesinde meydana gelen deprem 9.2; 1960 yılındaki Büyük Şili Depremi ise 9.5 şiddetindeydi.

Depremlerin çoğunu dünyanın kendisi başlatır, fakat bizim de başlatmış olduğumuz birkaç deprem vardır. Soğuk Savaş boyunca yaşanan silahlanma yarışının önemli bir parçası olarak ye-

raltında yapılan nükleer denemeler, bazen orta ölçekli depremlere yol açıyordu. Hoş bir mizah anlayışı olan jeofizikçi David Stone, 1969 yılında, Çinlilerin yalnızca ayak güçlerini kullanarak aynı etkiyi yaratabilecekleri uyarısında bulunuyordu. Stone, Çin'deki bütün insanların iki metrelik bir platformdan aynı anda atılmaları durumunda, ortaya Richter Ölçeği'ne göre 4.5 büyüklüğündeki bir depreme eşit miktarda enerji çıkacağını iddia ediyordu. Eş zamanlı atlama hiçbir zaman Çin'in askeri stratejisi olarak benimsenmiş olmasa da, 2001 yılı sonbaharında ülkenin dört bir yanındaki okul bahçelerinde aynı anda bir dakika süreyle zıplayan bir milyon İngiliz öğrenci bunu denemişti. Yapılan hesaplamalar, bu denemenin 3.0 büyüklüğünde bir depreme eşit olan iki milyar jul enerji ürettiğini göstermişti.

ABD tarihindeki en büyük deprem 1811 yılında Missouri eyaletinin New Madrid kentinde meydana gelmiş ve Pittsburgh, Boston ve Washington DC'den bile hissedilmişti. 1964 Prince William Sound depremi, Kuzey Buz Denizi'nden Kaliforniya'nın güneyine kadar uzanan 8.8 milyon kilometrekarelik bir alanda etkili olmuştu; 26 Aralık 2004 tarihinde yaşanan Sumatra-Andaman depremi, yerkürenin tam zıt tarafındaki Oklahoma'dan hissedilmişti.

Yerkabuğunda meydana gelen bu tür feci kıyırdanmalar, olağanüstü miktarlarda enerji açığa çıkarır. Richter Ölçeği'nde 5.0 büyüklüğünde olan bir deprem, 32.000 TNT ile aynı miktarda enerji üretir; 8.0 büyüklüğündeki depremin ürettiği enerji ise 1000 megaton TNT'nin veya aynı anda patlatılan 100 tane hidrojen bombasının etkisine eşittir. 2004 yılında Hint Okyanusu'nda meydana gelen ve tsunamiye yol açan büyük deprem, Richter Ölçeği'ne göre 9.0 büyüklüğündeydi ve 2×10^{18} jul enerji üretmişti – bu enerji, 32.000.000.000 ton TNT'nin patlama etkisine eşitti ve yeryüzündeki her insanın 150 litre suyu kaynatması için yeterliydi. Deprem o kadar büyüktü ki, dünyanın kendi eksenini etrafında dönme hızını arttırmış (depremden sonraki gün, 2.68 mikro-

saniye kısalmıştı) ve Sumatra Adası'nın kuzey ucunu 36 metre güneybatıya çevirmişti.

Depremün ürettiği enerji dalgalar halinde ilerler. Bunların ilk ve en hızlıları, dünyanın derinliklerinde saniyede 5100 kilometre hızla ilerleyen -P olarak bilinen- öncü dalgalarıdır. Yollarındaki parçacıkları önce sıkıştırıp ardından serbest bırakarak ilerleyen bu dalgalara sıkıştırma veya "it-çek" dalgaları adı verilir. P dalgaları zararlı değildirler, ama yaklaşan felaketin habercileridir. P dalgalarının ardından S -ikincil veya kesme- dalgaları gelir. Bunlar, yılanbalığı gibi zikzaklar çizerek saniyede 3000 kilometreye varan hızlarla yol alırlar. S dalgaları, önlerine çıkan şeyleri ortadan ikiye ayırabilirler, ama asıl sorun yaratanlar, arkadan gelen yüzey dalgalarıdır. Bunlar, isimlerinden de anlaşılacağı gibi, önlerine çıkan kayaları ve toprak yığınlarını havaya kaldırarak suyun yüzeyinde ilerler.

Toprağı element olarak düşündüğümüzde çoğumuzun aklına kayalar gelir. Toprak; kum, çamur ve demir cevheri olabilir, ama her şeyden önemlisi, rüzgâr ve dalgaların karşısına meydan okurcasına ve kıvıldamadan dikilen -elementlerin en sağlamı- kayadır. Kaya, sismik basınçların etkisi altında kalmadıkça, ne sallanır ne takırdar ne de titrer. Dikkate değer güvenilirliğe sahip kurumların sürekli olarak kayaya benzetilmelerinin nedeni budur. Şu anda oturduğum ev, kayalık bir zemin üzerine inşa edilmiştir; büyük bir kısmı granitten oyulmuş olan bodrum katı kısım soğuktur ve yazın da ne yazık ki yılanlara ev sahipliği yapar, ama son derece sağlamdır. Hava bombardımanı veya deprem dışında bu evin yıkılması söz konusu değildir.

Bir bilim adamına göre kaya, yerkaşuğu üzerinde doğal yollarla oluşan katı bir mineral maddedir. Jeologlar, "katı" derken, ancak sert bir çekiç darbesi ile kırılabilecek türden maddeleri kas-

tederler. Kayalar minerallerden oluşur; OED bunu şiirsel biçimde, “toprağın bağırsaklarının ürünleri” olarak tanımlar.

Antik ve Orta Çağlara ait yazılı eserlerde toprağın ilaç olarak görüldüğüne dair bilgiler vardır. MS 50 ila 70 yılları arasında bir dönemde Yunanlı hekim Dioscorides, dünyanın kapsamlı ilk ilaç kodeksi olarak kabul edilen *De Materia Medica*'yı (Tıbbi Materyaller) yayınlamıştı. Bu kodeks hayvanlar, bitkiler veya minerallerden elde edilen, ilaç özelliğine sahip binin üzerinde maddeyi tanımlıyordu. Eserin beşinci kitabı, şarap, deniz suyu, metal tuzları ve aralarında mıknaş taşı, mermer, kantaşı, bakırtaşı, korindon ve asbestin de olduğu yaklaşık 200 farklı taşın iyileştirici özelliklerinden bahsediyordu. *De Materia Medica*, sonraki 1500 yıl boyunca ilaç alanında en yetkili kaynak olarak kalacak, Latince, Arapça ve Ermeniceye çevrilecek ve Avrupa ile Orta Doğu'nun her yanına yayılacaktı. 1478 ile 1600 yılları arasında sekiz farklı dilde en az doksan altı farklı baskıya girmişti. Kodekste belirtilen iyileştirici etkiye sahip taşlardan biri olan –leylek ve kartal yuvalarında bulunduğu söylenen– kartal taşının (geodes) doğumda kullanılması tavsiye ediliyordu. Glossopetra, diğer adıyla “dil taşı” –büyük ihtimalle fosilleşmiş köpekbalığı dişi– zehirli hayvan ısırıklarını iyileştirmek; kantaşı ise kanamayı durdurmak için kullanılırdı (Pliny, toz haline getirilip nar suyu ile karıştırıldığında daha etkili olduğunu iddia ediyordu).

Dioscorides'in taşlarla ilgili yazdıklarına bakacak olursak mineralbilimin babasının bir hekim olması pek de şaşırtıcı olmasa gerek. Almanya'nın zengin maden kasabası Chemnitz'de hekimlik yapan Georgius Agricola, 1546 yılında *De Natura Fossilium* (Fosillerin Yapısı) adlı eserini yayınlamıştı. Gözlem, analiz ve eleştirel düşünmeye verdiği önemle bilinen Agricola, ölümünden sonra 1556 yılında yayınlanan son kitabında, günümüzdeki araştırmacılar için de iyi bir tavsiye niteliği taşıyan şu cümleleri yazmıştı: “Bizzat görmediğim, okumadığım veya güvenebileceğim kişilerden duymadığım hiçbir şeyi bu kitaba koymadım. Bu yüz-

den, görmediğim, okuduktan veya duyduktan sonra üzerinde et-
raflıca düşünmediğim hiçbir şey hakkında tek kelime bile yazma-
dım.” Kitabının adında geçen Latince *Fossilium* sözcüğü, yalnız-
ca fosilleri değil, topraktan çıkarılan her şeyi kapsar. Böylece bu
başlığın kapsamında, her biri renk, tat, koku, menşei, sertlik, bi-
çim, geometrik şekil ve büyüklük gibi temel özelliklerine göre
dikkatle sınıflandırılan kayalar, mineraller ve kıymetli taşlar da
yer alır. Bunlar da beş tane kapsamlı mineral kategorisine ayrıl-
mışlardır: Tebeşir ve kil gibi “topraklar”; kaya tuzu ve kükürt gibi
“katılaşmış sıvılar”; demir piriti ve galen gibi “bileşikler”; metal-
ler ve değerli taşlar.

Bilim adamları bugüne kadar yaklaşık 3500 mineral tanımla-
mışlardır. Ne var ki dünyadaki kayaların büyük bir kısmını bu
minerallerin en fazla yirmi veya yirmi beş tanesi –çoğunlukla si-
likatlar– oluşturmaktadır. Silika (silikon dioksit SiO_2), yerkabu-
ğunda en yaygın biçimde bulunan bileşiktir. Plaj kumu ve kuvars
neredeyse tamamen silikadan oluşur; % 54’ü yerkabuğundaki mi-
nerallerden oluşan feldispatlar esasen alüminyum silikattır.

Bugün kayalar çoğunlukla kimyasal bileşimlerinin yanı sıra
oluşum biçimlerine göre de sınıflandırılırlar. Okyanusun ortasın-
da bulunan dağ sıralarındaki yarıklardan çıkan kayaya, püskürük
kaya adı verilir. Bu tür kayalar, dünyanın iç kısmındaki eriyik
magmanın katılaşmış ürünleridir. Bu kayaların en bilinen örneği
kuvars, feldispat ve mikanın pembe veya odunkömürü grisi karı-
şımı olan granittir. Tortul kaya çok daha uzun bir zaman süreci
içerisinde oluşur. Bu tür kayalar göllere, göletlere, denizlere, çöl-
lere, deltalara ve akarsulara düşmüş, akmış veya uçmuş çakıllar,
parçacıklar, toz, kumtaşı, mineral taneleri ve mikroskobik kırın-
tılardan meydana gelir. Bu maddeler uzun zaman dilimlerinde
–binlerce yıl– sürekli birikerek sandviç benzeri kaya katmanları
halinde sıkışırlar. Üçüncü önemli kaya sınıfı ise başkalaşmış ka-
yaç sınıfıdır. Bu tür kayaların oluşum süreci şöyledir: Püskürük
veya tortul kayalar ısınır, sıkışır, bükülür ve sonunda bambaşka

bir Őeye d6n6Őűrler. BaŐkalaŐmıŐ kayaçların en yaygın d6rt tűrű arduvaz, fillit, Őist ve gnaystır. Eđer kayaları hamburger olarak dűŐnűrsek, bu d6rt tűr az piŐmiŐ, orta, iyi piŐmiŐ ve gevrek ifadelerine karŐılık gelir. Bu baŐkalaŐım hiyerarŐisi içinde en az ısı ve basınca maruz kalanı arduvaz, en çok kalanı ise gnaystır. KireçtaŐı sűrekli ısı ve basınca maruz kaldıėında baŐkalaŐarak mermere d6nűŐűr. Parthenon Tapınaėı, Taj Mahal ve Washington Anıtı'nın yapımlarında bu tűr taŐlar kullanılmıŐtır.

* * *

Toprak; bilim, teknoloji, sanat, mimari ve askeri sanayinin elementidir. İlk aletlerimiz taŐandı; bu aletleri biçimlendirdiėimiz uzun d6nem ise genellikle TaŐ Devri olarak bilinir. TaŐ Devri'nin en çok y6nlű aleti, kabaca yumruk Őeklinde yontulmuŐ iri bir taŐ parçası olan ve et doėramak, hayvan derilerini yűzmek, av hayvanlarının kemiklerini kırmak, çukur kazmak ve hatta kűçűk aėaçları devirmek için kullanılabilen baltaydı. Bunlardan o kadar çok sayıda yapılmıŐtı ki, antropologlar, bu devirde yaŐayan herkesin kendisine ait bir baltası olduėunu ileri sűrmektedirler. TaŐ Devri'nden yaklaŐık bin yıl sonra topraėın altında baltalar bulan eski Yunanlılar, bunları Zeus'un fırlattıėı yıldırım okları sanmıŐlardı; Orta Çaė'da yaŐayan Hıristiyanlar ise TaŐ Devri'ne ait baltaların, Cennet'te yaŐanan ve Őeytan'ın buradan kovulmasıyla sonuçlanan savaŐta atılan silahların artıkları olduėunu dűŐűnűyorlardı.

TaŐ atımının uzunluk 6lçűsű olarak kullanılmaya baŐlanması en az 1300'lű yıllara dayanır (o d6nemde genel olarak taŐ atımı olarak biliniyordu). Bu 6lçű birimi, tıpkı bugűn olduėu gibi, ortalama bir insanın ortalama bir taŐı fırlatabileceėi kadar uzak, belirsiz bir mesafeyi ifade ediyordu. K6tű niyetle fırlatılan sivri uçlu taŐ, bir bakıma modern savaŐların atasıdır. 6rgűtlű savaŐa dair bilinen en eski kanıt, Sudan'ın Jebel Sahaba kentindeki 12.000 yıllık bir kazı alanında bulunmuŐtu. Arkeologlar burada

yaptıkları kazılarda yarısından fazlası taştan yapılmış mızraklar kuşanmış doksan beş erkek, kadın ve çocuk bedenini gün ışığına çıkarmışlardı. Yontma Taş Devri'ne gelindiğinde taş fırlatmanın öldürme potansiyeli, yay ve daha da can alıcı sapanın icat edilmesiyle birlikte son derece artmıştı. Sapanla gerektiği gibi fırlatılan taş, oktan iki kat hızlı ilerleyebiliyor ve çok daha fazla zarar verebiliyordu. Tenis topu büyüklüğünde taşlar fırlatan sapanlar, Yunan ve Roma ordularının standart askeri teçhizatıydı ve sapan kullanımı, lejyoner olacak kişilerin eğitimlerinin önemli bir parçasıydı.

Yunanlılar çoğunlukla taş fırlatma eylemini askerî amaçlı kullanımda en yüksek noktaya taşıyan ırk olarak kabul edilirler. İcat ettikleri mancınık, tasarımına göre, devasa okları ve televizyon büyüklüğündeki taşları 180 metrenin üzerindeki uzaklıklara fırlatabiliyordu. Mancınığın çeşitli biçimleri hızla kültürden kültüre yayılmıştı. Arşimet, mancınıkları MÖ 214 yılında Romalıların Syracuse istilalarını püskürtmekte kullanmıştı. Büyük İskender ise mancınıkları dünyayı ele geçirmek için kullanıyordu. İngiltere Kralı I. Edward –leyleğe benzer fiziği nedeniyle Uzun Bacaklı Edward ve saldırgan tavırları nedeniyle de İskoçların Çekici olarak da bilinirdi– mancınıkları İskoçya'daki bitmez tükenmez savaşlarında etkileyici bir başarıyla kullanmıştı. Bunların en ünlüsü, 1304 yılında Stirling Kalesi kuşatmasında kullanılan *Savaş Kurdu* adlı muazzam büyüklükteki mancınıktı. Bu silah o kadar korkutucuydu ki, orada yaşayan İskoçlar –mancınığın yapımını kuşatma altında birkaç hafta boyunca dikkatle izlemişlerdi– mancınık ateşlenmeden önce teslim olmuşlardı. Öfkelenen Edward, teslim olmalarını kabul etmemiş, İskoçlara kalelerine dönmelerini emretmiş ve silahını ateşlemişti. İlk çarpma, kale duvarlarını moloz yığını hâline getirmişti.

Bilindiği kadarıyla mancınık, savaş sahnesine en son 1521 yılında çıkmıştı. Top gülleleri biten Hernando Cortez, Aztek İmpa-

ratoru Montezuma'nın Mexico City kentine taarruz etmek için bir mancınık yaptırmıştı. Ancak ateşin açısını yanlış hesapladığı için ilk kaya düzeneğin üzerine düşmüş ve onu paramparça etmişti.

Katedraller, kaleler, tapınaklar ve kabirler geleneksel olarak taştan yapılır. Yunanlıların seçtikleri Antik Dünya'nın Yedi Harikası'ndan altısı taştan yapılmıştı (tek istisna, tunçtan yapılmış Rodos heykeliydi). Bu altı taş yapının en büyüğü, MÖ 25. yüzyılda inşa edilmiş olan Büyük Giza Piramidi'ydi. Bu piramit, toplam 2.300.000 adet iki tonluk kireçtaşı bloğundan oluşuyordu ve insan eliyle yapılmış en yüksek yapıydı. Bu rekor 4300 yıl boyunca kırılmayacaktı. UNESCO'nun 788 parçadan oluşan Dünya Mirası listesinde çok sayıda taş anıt vardır. Ne yazık ki listede ikinci sırada yer alan Afganistan'daki taş oymuş Bamiyan Budaları artık yoktur. Taliban lideri Molla Muhammed Ömer'in bunların yok edilmelerini emretmesi üzerine 2001 yılında tanklar ve patlayıcılarla yıkılmışlardı.

Taş; top ateşi, dinamit veya asit yağmuru dışındaki etkilere karşı büyük ölçüde direnir. İnşa ettiğimiz anıtlar, genellikle insanoğlundan çok daha uzun süre ayakta kalırlar. Eğer toprak hafızanın elementi ise taş bizim en iyi hatıra eşyamızdır. Bir şey geçici ise onun rüzgâra veya suya yazılı olduğunu söyleriz. Eğer bir şeyin kalıcı olduğunu kastediyorsak, bunun güvenle taş yazılı olduğunu söyleriz.

İlk rüyam metallerle ilgiliydi; her biçime girmiş düzinelerce metal vardı: Demir çubuklar, şişler, küpler, tel, folyo, diskler, kristaller. Çoğu gri ve gümüş renklerindeydi, bazılarının içinde hafiften mavi veya pembemsi kırmızı tonlar vardı. Birkaç tanesinin belli belirsiz sarı bir ışık saçan parlak yüzeyleri vardı; en sonunda da bakır ve altının zengin renkleri geliyordu.

Oliver Sacks
Tungsten Dayı

Toprak, kimyanın elementidir; günümüzdeki araştırmacılar laboratuvar önlüklerinin ceplerine toprağın simgesini dikmelidirler. Su, hava ve ateş, insanları tahmin yürütmeye ve hayal kurmaya teşvik ediyordu. Deney, araştırma ve analiz ise maden halinde –altın ve gümüş, bakır, kalay ve demir cevheri– topraktan doğmuştu. Simyacılık, altın arama girişimi olarak başlamıştı.

Madenlerin daha parlak ve belirgin olanları tarih öncesi dönemlerden beri bilinir. Altın, gümüş ve bakır hiç şüphesiz tarih öncesi dönemdeki insanların gözlerine ilişmişti çünkü bunlar doğada element halinde oluşurlar ve toprağın üzerine gözle görülür biçimde saçılmış parıldayan parçacıklar halinde bulunabilirler. Kuzey Irak'ta yapılan arkeolojik kazılarda toprağın altından 10.000 yıllık bakır boncuklar çıkarılmıştı; Sümerlere ait 5000 yıllık mezar yerlerinde altın kolyeler, bakır palalar ve gümüş vazolar bulunmuştu.

Plato'ya göre altın, suyun katılaşmış haliydi. Bu görüş Tales'e kadar uzanır ve bazı jeologlara göre, sıcak su pınarlarının ağzında görülen mineral çökelti birikintilerine dayandırılmış olabilir. Dört element kuramını sıcak, soğuk, nemli ve kuru gibi nitelikleri kapsayacak şekilde genişletmiş olan Aristo, toprağın sıcak ve kuru permütasyonlarının kayaları ve taşları, nemlilerinin ise metalleri oluşturduğunu iddia ediyordu; Theophrastus, *De Lapidibus*'da, kesin bir dille metallerin (gümüş, altın ve benzeri) sudan, taşların (kıymetlileri de dâhil olmak üzere) topraktan geldi-

ğini belirtiyordu. Bazı akarsularda ve nehir yataklarında altın bulunması, metallerin sudan doğdukları yönündeki kuramı muhtemelen güçlendirmiştir. Eski Yunanlılar, suya koyun derileri batırarak, nehirde akan altın parçacıklarını toplamaya çalışıyorlardı. Colorado'da yaşadığımız iki yıllık dönem içerisinde eşim ve ben, çocukları derede altın aramaya götürmüştük. Bugün altın piyasasında bir ons altın yaklaşık 350 ABD dolarıdır; iyimser bir hesapla yalnızca 28 kilogram altının üç çocuğumuzun üniversite eğitimi masraflarını karşılayacağını, hatta paranın birazının da artacağını düşünmüştük. Ne var ki bu planımızı bozan bir şey vardı: Bize verilen talimatlar kitapçığındaki ilk maddeyi hesaba katmamıştık. "İçinde altının olmadığı bir suda altın bulmaya çalışmanın hiçbir anlamı yoktur."

Yeryüzünde en fazla miktarda bulunan yetmiş üçüncü element olan altın, kesinlikle en nadir element değildir, ama ona erişilmesi gerçekten de zordur. Bu gerçeklik, bu elementten etrafımızda çok fazla olmadığını gösterir. Az bulunması, dayanıklılığı ve güzel genel görünümü, altına statü simgesi, hazine ve zenginlik ölçüsü olarak baş sırayı verir. Antik dünya tarihi, söz konusu güçlü kişinin kudretini artırmak ve halkı huşu içinde bırakmak için aşırıya kaçan altın kullanımıyla ilgili hikâyelerle doludur. Mısır Kraliçesi Hatshepsut, yüzünü altın tozu ile pudralıyordu; Pers Kralı Darius, altın bir küvette yıkanıyordu; kraliyet taçları, devletlerin ve şahısların güçlerini ifade eden semboller daima altından yapılıyordu. Altın her zaman için büyük talep görmüştür. Ne var ki erişilmesi zor ve bir o kadar da baştan çıkarıcı olduğundan bazıları altın üretmeye çalışmışlardı. Muhtemelen dünyadaki en uzun ömürlü çabuk zengin olma planı olan simyacılık, en başından beri gizlilikle ve sahtekârlıklarla doluydu. Bu işle uğraşanların sürekli olarak başarıya ulaştıklarını iddia etmeleri ve ardından da başarısızlıklarının ortaya çıkması, simyacılar için kötü bir şöhret kazandırmıştı. Simyacıların madeni paraların sahtelerini yaptıklarından şüphelenen Roma İmparato-

ru Diocletian, simyacılıkla ilgili bütün kitapların yakılmasını emretmişti. Simyacının metalleri altına dönüştürülmesine duyulan inanç yüzyıllar boyunca sürecekti. Isaac Newton, simyacılıkla amatör olarak uğraşmış, Fransa Baş Kardinali Richelieu, bunun Otuz Yıl Savaşları'nın ağır maliyetlerini karşılamaya yetecek kadar altın üretebilmenin bir yolu olup olamayacağını araştırmıştı.

Altın, gümüş, platin ve değerli taşları barındıran toprak, zenginliğin elementi olduğu gibi, ticaretin, kârın, zararın da elementidir. Korsanlar, eğer kendilerini simgeleyen bir element seçme şansına sahip olmuş olsalardı, tıpkı bankacılar ve maden arayıcıları gibi, toprağı seçerlerdi. Toprak, parayı simgeleyen elementtir. Altının gösterişli süslemelerden –altın küvetler– bir değişim aracına (paraya) dönüşmesi aslında kısmen yalnızca ağırlığına bağlanabilir. Altın şaşırtıcı derecede ağırdır; kurşundan yaklaşık iki ve sudan da on dokuz kat daha yoğundur. Bu, küçük miktarlarda altının, değer olarak, çok sayıda mal ve hizmete eşit olduğu anlamına gelir. Örneğin cebinizdeki ufakık bir altın parçasıyla bir inek satın alabilirsiniz.

Altının göz alıcılığı, değişim değeri olarak gücü ve zenginlik göstergesi olarak kullanımı, bütün kültürlerde ve mitolojilerde önemli yer tutmuştur. Doğaüstü varlıklar altını çok severler. Kim veya ne olduklarına bağlı olarak, altından hediyeler verirler, altın saraylarda yaşarlar veya gökkuşağının bittiği yerlere altın kaplar gömerler. Öte yandan demir, doğaüstü bir korunma yöntemidir. Kelt kültürüne göre, kapının üzerine çakılan nal, yaramaz küçük çocukları evden uzak tutar; cepte taşınan demir bir çivi, cinler tarafından kaçırılmaya karşı kesin etkilidir; kapı eşliğinin altına gömülen demir bir bıçak, evi cadılardan korur. Demir, Hindistan ve Fas'ta cinlere karşı korunma yöntemi olarak görülür; Burma'da balıkçılar timsahların kendilerine saldırmalarını önlemek için bir zamanlar demir nazarlıklar taşıyorlardı. Yunan tapınaklarına demir sokulması yasaktı, kılıçlar, mızraklar ve hançerlerin kapıda

bırakılması gerekiyordu. Yahudiler, sunak yapımında hiçbir demir aletin kullanılmamasına karar vermişlerdi.

Gezegeneimizin toplam kütlelerinin yaklaşık % 5'ini oluşturan demir, yeryüzünde en çok bulunan dördüncü elementtir. Onun önünde oksijen (% 46.6), silikon (% 27.7) ve alüminyum (% 8.1) vardır. Bugün dünyada yaklaşık olarak yılda 500 milyon ton demir üretilmektedir. Rafine edilen bütün metallerin % 90'ından fazlası demirdir. Oysa MÖ 11. yüzyıldan önce demir, çok nadir bulunan bir elementti. Az olmasının nedeni kaynak eksikliğinden ziyade ısıyla ilgiliydi. Bol miktarda demir cevheri vardı ama kimse bu cevherlerden demir çıkarmayı başaramıyordu. Bakır ve onun daha güçlü alaşımı tunç yaklaşık 1000 derece sıcaklıkta erirken, demirin erime noktası ise, ilkel teknolojilerin ulaşabileceğinin çok ötesinde olan 1535 derecedir.

Gerçek anne, verimli topraktır. Bundan kuşku duyan kişilerin insanoglunun tarihine şöyle bir göz atıp onu kaybettiğimizde nelerin olduğunu görmeleri yeterlidir. İklim değişikliği ve yanlış tarım uygulamaları, verimli toprak için ölüm demektir; arkeolojik bulgular, bu iki unsurun bir araya gelmesi durumunda medeniyetlerin başlarına neler geldiğini göstermektedir. Toprak erozyonu ve toprağın verimsizleşmesi, Yunanistan'ın gücünü kaybetmesine, Mayaların çöküşüne, Amerika'nın güneybatısındaki eski Pueblo (Kızılderili) kültürünün yok olmasına sebep olmuştur. Toprağın aşırı işlenmesi, aşırı otlatma ve ormanların yok olmasıyla birlikte hız kazanan çölleşme, dünyanın her yerinde önüne geçilmesi zor bir hal almıştır. Her yıl yaklaşık 12 milyon hektarlık alan çölleşmektedir.

Dünyadaki en büyük çöl, Kuzey Afrika'daki Sahra'dır. ABD'nin yüzölçümü büyüklüğündeki bu büyük kum okyanusu, 9 milyon kilometrekarelik bir alanı kaplar. İkinci sırada, 1.8 mil-

yon kilometrekarelik büyüklüğüyle Arap Çölü vardır; üçüncü sıranın sahibi ise, 1.3 milyon kilometrekarelik bir alanı kaplayan Gobi Çölü'dür. Gobi, "susuz yer" anlamına gelir, aslında bu çok uygun bir isimdir çünkü su eksikliği, çöllerin tanımlayıcı özelliğidir. Çöller sıcak veya soğuk olabilirler, kıtaların kıyılarında veya ortalarında yer alabilirler, ama bir yerin çöl olarak nitelendirilebilmesi için kurak olması, yani oraya yılda metrekareye 25 santimetreküpün altında yağış düşmesi gerekir; bazı çöllerde bu miktardan bile daha az yağış düşer. Örneğin dünyadaki en kurak kıta olan Antarktika, yılda metrekareye yalnızca 5 santimetreküp yağış alır.

ABD Jeolojik Araştırma Dairesi'ne göre, dünyadaki kara alanlarının yaklaşık üçte biri çöldür. Bazı çöller, karanın yanlış zamanda yanlış yerde olmasının sonucudur. Örneğin alize rüzgârları kuşağı üzerinde bulunan yerlerin çöl olma ihtimalleri yüksektir. 16. yüzyıldaki ticaret gemilerini zengin Yeni Dünya'ya götüren ve Sahra'nın kızgın kumlarını oluşturan aynı sürekli rüzgârlardı.

Her yıl Afrika'daki çöllerden birkaç milyon ton toz, yaz fırtınaları tarafından atmosfere karıştırılır ve Atlas Okyanusu'nu aşarak Orta ve Güney Amerika ve Karayip adalarını kaplar. Karayip-ler'in mercan kayalıklarının yakın geçmişte yok olmalarının, bazı deniz canlılarının soylarının tükenmesinin ve insanlarda solunum rahatsızlıklarına ve alerji vakalarına daha fazla rastlanır olmasının suçlusunun, beraberinde bakteriler, mantarlar ve virüsler taşıyan tozun olduğu düşünülmektedir. Araştırmacılar bir ton tozda yaklaşık 10 milyar mikrop olduğunu tahmin etmektedirler. İlkbahar rüzgârlarının, Asya'daki Gobi ve Taklamakan çöllerinden kaldırdığı tozlar gökyüzünde 2000 kilometrenin üzerindeki uzunluklarda bulutlar oluştururlar.

Eski bir Çin atasözü, "Toprak her şeyin anasıdır," der. İncil ise, "Topraktan geldik ve toprağa gideceğiz," der. Bu cümle, sonunda nereye gideceğimizi gayet açık biçimde gösterir. Ölümünden

sonra insanları bekleyen güzel bir öbür dünya olduğuna duyulan inanç, ölümlerin toprağa gömülmesinde çok önemli bir etkendi. Ölümlerin gömülmesi, muhtemelen bizim türümüzün ortaya çıkışının çok öncesine dayanır. Görünüşe göre ölümlerini ilk kez, nesilleri MÖ 30.000 yılı civarında tükenmeden önce, 150.000 yılın üzerinde bir süre boyunca Avrupa ve Avrasya'da yaşamış olan Neanderthaller gömmüşlerdi. Avrupa'ya 30.000 ila 40.000 yıl önce gelmiş olan atalarımızın ölü gömme alışkanlıkları, ölen kişilerin bazı şeylere ihtiyaç duyacakları bir yere gittiklerine inanıldığını göstermektedir. Yontma Taş Devri'ndeki mezarlarda yiyecek, taştan yapılmış silahlar, fildişi boncuklar, bilezikler ve hayvan heykelticikleri bulunmuştu. Tunç Devri'nde Yunanlılar kılıçlar, mızraklar, zırh ve boyalı kaplarla birlikte gömülüyordu; Sümer kraliyet ailesi mensupları altın kaplar, mücevherler ve hizmetlerine öbür dünyada devam etmeleri için öldürülen düzinelerce saray hizmetlisi ve askerle birlikte defnediliyorlardı. Mississippi vadisinde MÖ 2. ila 4. yüzyıllar arasında hüküm süren Kuzey Amerika'nın Hopewell halkı, özenle hazırlanmış mezarlarını inci boncuklar, bakır bilezikler, düdüklükler ve boz ayı dişleriyle donatıyorlardı. Kendilerini ölümden sonraki yaşama hazırlamakla takıntı boyutunda ilgilenen eski Mısırlılar, piramitler ve Krallar Vadisi'nin sarp kayalıklarındaki gizli mezarlarda bulunan olağanüstü ve sayısız nesnenin de gösterdiği gibi, hayatlarının büyük bir kısmını bu hazırlığa harcıyorlardı.

Ölümleri gömmenin, onlara sonraki yaşamlarında ihtiyaç duyacakları şeyleri sağlamanın yanı sıra, hayatta kalan kişileri de öfkeli ruhlardan korumaya yönelik bir amacı da vardı. Ölümlerin gömülmelerindeki başlıca etkenlerden biri, ölüden korkulmasıydı. Örneğin Roma'da ölü gömme işlemleri, hükümetin emriyle, şehir surlarının dışında gerçekleşiyordu. Roma'ya giden bütün eski yolların mezarlarla dolu olmasının nedeni budur. Ölümleri doğru biçimde gömmek de son derece önemliydi. Ölümlerin bedenleri gerektiği gibi gömülmediğinde ruhların yürüdüklerine inanılıyor-

du; bu yüzden eski insanlara göre cenaze törenleri, bir saygı ifadesi olmasının yanı sıra, ciddi bir güvenlik önlemiydi. Ölülerin uygun biçimde gömülmeleri, Hıristiyanlığın doğuşuyla birlikte yeniden dirilmenin bir ön şartı olarak görülmeye başlamıştı. Pek çok insan, yanlış yere gömülen veya daha da kötüsü, hiçbir yere gömülmeyen kişilerin Mahşer Günü canlanmayacaklarına inanıyordu. Bu o kadar korkunç bir olasılıktı ki, kutsanmış toprağa gömülmelerine izin verilmeyen kişilerin akrabaları, Kilise'nin kararını değiştirmek için çok büyük uğraşlar vermişlerdi: Philippe Aries, *The Hour of Our Death* adlı kitabında, ailesi merhamet dilerken bedeni kurşundan yapılmış bir tabutun içinde seksen yıl boyunca bekletilen aforoz edilmiş bir papazın hikâyesini anlatıyor.

Bir döngüdür hayatımız. Döneceğimiz yer, başladığımız noktadır. Ve toprak bir kez daha annemiz olur; evimize, annemize, toprağa döneriz.

Elementler Bizleriz

Ben neysem oyum.

Temel Reis (Popeye)

Sokrates'in "Kendini tanı" ifadesi, görüldüğünden çok daha karmaşıktır. Ailelerimiz, arkadaşlarımız ve komşularımız şöyle dursun, kendimizi tanımak muazzam bir çaba gerektirir. Bu çabanın büyüklüğü, psikolojinin bugün neden bu denli önemli bir disiplin olduğunu açıklar. Bizleri zeki, anlayışlı ve zevkli insanlar yapan şey; genetik, fizyolojik, psikolojik, evrimsel ve çevresel etkenlerin bir karışımıdır. Her birimizi eşsiz bireyler yapan işte bu karışımıdır. Eşsiz elbette göreceli bir kavramdır. İçimizdeki en gariip insan bile tamamen bambaşka biri değildir. Tüm farklılıklarımıza rağmen, pek çok ortak davranışsal, duygusal ve algısal özelliklerimiz vardır. Bu tür özellikler, psikologların kişiliklerimizi şahsi tercihlerimize –örneğin yalnızlıktan veya kalabalıktan kaçınmamız, yemek yemeyi veya egzersiz yapmayı sevmemiz, sorunları duygusal sezgilerimizle veya zihinsel analiz yoluyla çözmeyi tercih etmemiz– göre belirli gruplara ayırmalarına imkân sağlar.

Karakter tahlili, günümüzdeki halini yeni almış olsa da, kökeni eski Yunanlılara kadar uzanır. Yunanlıların dört elementi tarihsel olarak yalnızca maddenin temel özleri değil, aynı zamanda insanın doğasının da hammaddesiydi. Elementlerin insan davranışlarını belirledikleri fikri, Hipokrat tarafından öne sürülen dört temel vücut sıvısı kuramının uzantısıydı. Bu sıvılar; sırasıyla su, hava, ateş ve toprak elementleriyle ilişkilendirilen balgam, kan, sa-

rı safra ve siyah safraydı. Bu sıvılardan en baskın olanının söz konusu şahsın kişilik biçimini belirlediğine inanılıyordu. Bu kuram ilk kez Hipokrat'ın damadı Polybus tarafından *On the Nature of Man* adlı eserde ifade edilmiş ve ikinci yüzyılda *On Temperament* adlı kitabında Galen tarafından genişletilmişti. Polybus/Galen kuramında toprak elementi psikolojik bir sakinleştiriciydi. Siyah safrası fazla olan bir kişi, melankolik ve kasvetli bir mizaca sahiptir. Sarı safrası (ateş) fazla olanlar sinirli, şiddete meyilli, intikam güden ve öfkesine hâkim olamayan kişilerdi. John McEnroe'yu tenis raketini fırlatmasına ve Mike Tyson'ı Evander Holyfield'ın kulağından dişleriyle bir parça koparmaya iten şey sarı safraydı. Kanın (hava) yüksek olması, iyimser bir mizaca yol açıyordu ve ortaya şehvetli, neşeli ve cömert insanlar çıkarıyordu. Balgam (su), soğukkanlı mizaçlara sıkıcı, cansız ve ürkek tiplere neden oluyordu.

Galen'in kişilik kuramı, Batı tıp biliminde 17. yüzyıla kadar bir dogma olarak kabul görmüştü. Robert Burton'un 1621 yılında yayınlanan (*Anatomy of Melancholy*) *Melankolinin Anatomisi*' adlı kitabı, melankolik mizacı kişinin vücut sıvıları arasındaki dengesizliğe bağlıyordu. Oysa Burton'un zihinsel rahatsızlıklarla ilgili görüşü çok daha karmaşıktır ve insanları melankolik kılan, şey siyah safradan ziyade kötü melekler, talihsiz kalıtım, yaşlılık, sevilen birinin ölümü veya baharatlı yiyeceklerdir. 20. yüzyıla gelindiğinde bu sıvılar tıp sahnesinden kaybolmuştu, ama psikolojik kuram, eski Yunanlıların çizdikleri insan yapılarını yansıtmaya devam edecekti. Örneğin Carl Jung'un 1921 yılında yayınlanan (*Psychological Typs*) *Dört Arketip* adlı kitabındaki Jung'un ünlü dört temel kişilik işlevi (her biri içe veya dışa dönük yönleri olan) hissetme, düşünme, sezgi ve duyu; su, hava, ateş ve toprakı aksettirir. William Sheldon'un *Varieties of Temperament* (1942) kitabı, kişilik kategorilerini üçe ayırır: Şişman, dost canlısı, çocukları ve partileri seven *viscerotonicler*; arabayı çok hızlı süren ve toplantılarda kendisinden başka kimsede söz hakkı görmeyen rekabetçi, atletik somatotonikler ve zamanlarının çoğunu

odalarında geçiren utangaç, sıska ve heyecanlı serebrotonikler. Bugün *New Ager* (Yeni Çağcı Yaklaşım) dört elementin hâlâ zihinsel yapımızın doğal bir parçası olduğunu iddia ederler, her birimizde bu dört elementten yalnızca bir tanesi hâkimdir. *New Age* ifadesiyle su insanları merhametli, duyarlı ve anlayışlıdır. Hava insanları mantıklı ve kitap okumayı seven, ama sağduyudan yoksun insanlardır. Ateş insanları, tıpkı rock yıldızları, televizyonda vaaz veren Protestanlar ve karizmatik siyasetçiler gibi dinamik ve göz alıcı kişilerdir; toprak grubu ise evde oturmayı tercih eden, muhafazakâr televizyon bağımlıları ve iyi aşçılardan oluşur.

Aslında bu sınıflandırmalar pek de sağlıklı değildir. Örneğin hiç de neşeli olmayan veya çocukları sevmeyen şişman insanlar, utangaç ve Proust okuyan futbolcular, çok kötü çikolatalı kekler yapan entelektüeller vardır. Bunlar, bugün çok daha karmaşık ve matematiksel yaklaşım gerektiren bir alan olan profesyonel kişilik değerlendirmesine pek uygun değildir. Yine de Yunanlıların tek kelimelik bir cevabın bizim hangi elemente ait olduğumuzu söyleyebileceği yönündeki görüşlerinin gizli bir cazibesi vardır. Beni tanımlayan elementi bulmak için internette bir test çözdüm. Elementim havaydı.

Psikolojik elementlerimizin yapısı tartışmaya açıkken, bedensel elementlerimizin yapısını tartışmak söz konusu değildir. Kimyasal ifadeyle konuşacak olursak, tam olarak nelerden meydana geldiğimizi biliriz. P.W. Atkins, *The Periodic Kingdom* adlı kitabında şöyle diyor: “Elementlerin üzerinde dururuz, elementleri yeriz, elementler *bizleriz*.” Evren neredeyse yalnızca iki elementten oluşur. Bunlar, toplam kütleinin sırasıyla % 90 ve % 9’una sahip olan hidrojen ve helyum elementleridir. Organik moleküllerin ayrılmaz bir parçası olan karbondan bizi Taş Devri’nden çıkaran bakıra, Sanayi Devrimi’ni ateşleyen demirden bizi siber âleme taşıyan silikona kadar geriye kalan bütün elementler, hidrojen ve helyuma oranla nadiren bulunan kimyasal maddelerdir. İnsanog-

lunun yaşamı, geriye kalan bu % 1'lik dilime bağlıdır.

Elmas yalnızca bir, sofraya tuzu iki ve şeker üç elementten oluşur. Cep telefonu ise kırk iki element içerir. İnsanlar ise sadece otuz elementten ibarettir, öncelikle oksijen (yüzde 65), karbon (yüzde 18), hidrojen (yüzde 10) ve azot (yüzde 3) vardır; geriye kalan yüzde 4'lük dilimde ise kalsiyum, fosfor, potasyum ve sülfür gibi yan rol oyuncularını yer alır.

Miletli Tales'in dünyanın tamamen sudan oluştuğunu varsaydığı yüzyıldan bu yana elementler sayılmış, adlandırılmış, tartılmış, numaralandırılmış, analiz edilmiş ve özel olarak tasarlanmış laboratuvarlarda üretilmiştir. Periyodik Cetvel genişlemeye devam etmektedir; 2004 yılının başlarında Kaliforniya'daki Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarları ve Rusya'daki Ortak Nükleer Araştırma Enstitüsü'nden araştırmacılar, amerisyumu kalsiyum atomlarıyla karıştırmak için bir ay boyunca çalışmışlar, sonunda iki tane yeni elementin dört atomunu üretmişlerdi. Saniyenin yüz binde biri kadar bir süre dayanan 115. element ve bu elementin püskürttüğü alfa parçacığının meydana getirdiği 113. element. Elementlerin yapılarını açıklamamız, etrafımızdaki dünyayı, gittikçe artan bir doğrulukla, anlamamıza imkân tanır. Öyleyse neden bu dört element insanlığın aklında yankılanmaya devam eder?

Aslında bu bir bakıma zaman ve gelenek meselesidir. Ne de olsa bu dört element insanların düşünme biçimine 2000 yıldan fazla bir süre boyunca hükmetmişti. Yüzyıllar içerisinde bu elementlerle ilişkilendirilen çok sayıda imge ve çağrışım türetilmiştir. "Dört element, modern kimyaya çok da faydası olan bir kavram değildir, yani bunlar doğanın elementleri değildir," diye yazıyor eleştirmen Northrop Frye, ama "toprak, hava, su ve ateş hâlâ yaratıcı deneyimimizin dört elementidir ve her zaman da öyle

kalacaklardır.” Bunu muhtemelen en iyi anlatacak şey, güneşi hayatın merkezine almamızdır. Kopernik’in (ölüm döşğinde) 1543 yılında *De revolutionibus orbium coelestium* (Göksel Kürelerin Dönüşleri Üzerine) adlı eserini yayınlamasından beri Dünya’nın evrenin merkezinde olmadığını, yalnızca merkezdeki yıldızın etrafında dönen birkaç sıradan gezegenden biri olduğunu biliyoruz. Güneş bizi çevrelemez; koyunlar gibi biz onun etrafında döneriz. Hâlâ gündeğümü ve günbatımından bahsederiz; Güneş’in gökyüzündeki ilerleyişinin imgeleri her ulusun kelime hazinelerinde yer alır. Kullandığımız simgeler kolay kolay değişmez. Tuş takımlarının kullanılmaya başlamasının üzerinden on yıllar geçmiş olsa da hâlâ telefonu çevirdiğimizi iddia ederiz.

Bir zamanlar yalnızca az sayıda yenilikçi kimyacınn kullandığı bir araç olan Periyodik Cetvel, artık her gün karşımıza çıkan bir imgedir. Tişörtler ve kahve bardaklarının üzerine basılır; soyut bir sanat olarak ilgi çeker. Sınıflandırma simgesi haline gelmiştir: Müzik, dans, makarna, şekerleme, sebzeler, baharatlar, tatlılar, hayvanlar, başkanlar, bira ve kolej basketbolunun Periyodik Cetvelleri vardır.

Yine de Periyodik Cetvel yenidir. Dört element bizim geçmişimizdir. Nasıl ki edebiyat kahramanların, konuşan hayvanların ve sihirli ormanlarda kaybolan çocukların eski zamanlarda ateşin başında anlatılan hikâyelerinden doğduysa, modern bilimin karmaşık yapısı da bu temel dört elementin içerisinden vücut bulmuştu. Su, hava, ateş ve toprak kendilerini, hayal gücü ve yaratıcılıktan ibaret iç dünyanın, dışarıdaki gerçek dünyayla karşılaştığı zihinsel sınırdaki hissettirirler. Periyodik Cetvel ile Yunanlıların klasik dört elementini eşleştirecek olursak Carl Sagan’ın bilimin “kuşkuculuk ve huşuyla evliliği” ifadesiyle ne demek istediğini anlarız – huşuyla birleşen analitik bir bakış ve bugün bulunduğumuz noktaya gelmek için aşmış olduğumuz uzun yola duyulan saygı.

Dört element ayrıca dünyaya bakarken kullandığımız şab-

londur. Thornton Wilder'in New Hampshire eyaletinin Grover's Corners kasabasında geçen ve yaşamın bütün sevinçleri ile üzüntülerini üç perdeye sığdıran *Kasabamız* adlı oyununda yakın bir zamanda ölen Emily Gibbs şöyle haykırır: "İnsanlar hayatı yaşarken acaba bir an olsun bile onun farkına varıyorlar mı? Her an!" Her şeyi bilen Sahne Amiri, *hayır* diye cevaplar. Thoreau, gündelik yaşamın harikalarının tam anlamıyla farkında olan kişilerin oranının en fazla milyonda bir olduğunu söylüyordu. "Çok az sayıda yetişkin doğayı gerçekten görebilir," diyordu Ralph Waldo Emerson. Belki de haklıdırlar. Oysa ben gezegenimizin harikalarının bazen gözlerimizdeki bağları çözdüğünü düşünmeyi tercih ediyorum. Ne de olsa bizler, ara sıra bir kum tanesinde dünyayı ve yabani bir çiçekte cenneti görebilen bir türün üyeleriyiz. Dünyanın bizlere verdiği bütün kederlere ve acılara rağmen arada bir bu gezegenin ne kadar güzel olduğunun farkına varıyor ve burada olduğumuz için ne kadar şanslı olduğumuzu anlık da olsa hissediyoruz.

Aslında, Yunanlı doğa filozoflarının gördükleri şeyleri görüyoruz.

Gökyüzü, okyanus, güneş, yıldızlar, yağmur, kayalar ve dağlar.

, 4

Kaynakça

Ackerman, Diane. *A Natural History of the Senses*. Random House, 1990.

Agosta, William. *Bombardier Beetles and Fever Trees: A Close-up Look at Chemical Warfare and Signals in Plants and Animals*. Addison-Wesley, 1996.

Allegre, Claude. *From Stone to Star: A View of Modern Geology*. Harvard University Press, 1992.

Allegre, Claude J., ve Stephen H. Schneider. "The Evolution of the Earth." *Scientific American*, Ekim 1994, s. 6-11.

Allerman, J.E., ve B.T. Mossman. "Asbestos Revisited." *Scientific American*, Temmuz 1997, s. 70-75.

Amato, Ivan. *Stuff: The Materials the World is Made of*. Basic Books, 1997.

Aries, Philippe. *The Hour of Our Death*. Alfred A. Knopf, 1981.

Armbruster, Peter, ve Fritz Peter Hessberger. "Making New Elements." *Scientific American*, Eylül 1998, s. 72-7.

Asimov, Isaac. *On Chemistry*. Doubleday, 1974.

Asimov, Isaac. *The Search for the Elements*. Basic Books, 1995.

Atkins, P.W. *The Periodic Kingdom*. Basic Books, 1995.

Bachelard, Gaston. *The Psychoanalysis of Fire*. Beacon Press, 1964.

Ball, Philip. *The Ingredients: A Guided Tour of the Elements*. Oxford University Press, 2002.

Ball, Philip. *Life's Matrix*. Farrar, Straus & Giroux, 1999.

Barash, David P. "Mountain Climbing" in the Great Outdoors. Carol Communications, 1989.

Barber, Lynn. *The Heyday of Natural History*. Doubleday, 1980.

Bernstein, Peter L. *The Power of Gold: The History of an Obsession*. John Wiley&Sons, 2000.

Broad, William J. *The Universe Below*. Simon&Schuster, 1997.

Brock, William H. *The Norton History of Chemistry*. W.W. Norton, 1992.

Burr, Chandler. *The Emperor of Scent*. Random House, 2003.

Calvin, William H. *The Ascent of Mind: Ice Ages and the Evolution of Intelligence*. Bantam, 1990.

Calvin, William H. *A Brain for All Seasons*. University of Chicago Press, 2002.

Calvin, William H. "The Great Climate Flip-Flop." *Atlantic Monthly*, Ocak 1998, s. 47-64.

Carson, Rachel. *The Sea Around Us*. The New American Library, 1961.

"Celebrating Soil." Farklı yazarlar; *Whole Earth*, İlkbahar 1999.

Ceram, C.W. *Gods, Graves, and Scholars*. Alfred A. Knopf, 1954.

Chaisson, Eric, and Steve McMillan. *Astronomy Today*. Prentice Hall, 1996.

Chown, Marcus. "The Last Supper." *New Scientist*, 13. Kasım 1999, s. 44-50.

Conway, W. Fred. *Firefighting Lore*. Fire Buff House Publishers, 1994.

Cox, Tony. "Origin of the Chemical Elements." *New Scientist*, Inside Science, 3 Şubat 1990.

David, Elizabeth. *Harvest of the Cold Months: The Social History of Ica and Ices*. Viking, 1995.

Davies, Glyn. *A History of Money: From Ancient Times to the Present Day*. University of Wales Press, 2002.

DeBlieu, Jan. *Wind: How the Flow of Air has Shaped Life, Myth, and Land*. Houghton Mifflin Company, 1998.

De Duve, Christian. "The Beginnings of Life on Earth." *American Scientist*, Eylül/Ekim 1995.

Dennis, Jerry. *The Bird in the Waterfall: A Natural History of Oceans, Rivers, and Lakes*. HarperCollins, 1996.

Denny, Mark W. *Air and Water: The Biology and Physics of Life's Media*. Princeton University Press, 1995.

Dietrich, R.V. *Stones : Their Collection, Identification, and Uses*. GeoScience Press, 1987.

Djerassi, Carl, ve Roald Hoffman. *Oxygen*. Wiley-VCH, 2001.

Edinger, James G. *Watching for the Wind*. Anchor Books, 1967.

Ehrlich, Gretel. *A Match to the Heart: One Woman's Story of Being Struck by Lightning*. Penguin, 1994.

Emsley, John. *Nature's Building Blocks: An A-Z Guide to the Elements*. Oxford University Press, 2001.

Emsley, John. *The 13th Element: The Sordid Tale of Murder, Fire, and Phosphorus*. John Wiley&Sons, 2000.

Fagan, Brian. *Floods, Famines, and Emperors: El Nino and the Fate of Civilizations*. Basic Books, 1999.

Faraday, Michael. *The Modern History Sourcebook*'taki "The Chemical History of a Candle" (1860) www.fordham.edu/halsall.

Farmer, Jack D. "Hydrothermal Systems: Doors to Early Biosphere Evolution." *GSA Today*, Temmuz 2000.

Ferrill, Arther. *The Origins of War: From the Stone Age to Alexander the Great*. Westview Press, 1997.

Fisher, P.J. *The Science of Gems*. Charles Scribner's Sons, 1966.

Fortey, Richard. *Life: A Natural History of the First Four Billion Years of Life on Earth*. Alfred A. Knopf, 1997.

Frank, Louis A. *The Big Splash*. Birch Lane Press, 1990.

Frazer, Sir James George. *The Golden Bough: A Study in Magic and Religion*. The Macmillan Company, 1958.

Freuchen, Peter. *Peter Freuchen's Books of the Seven Seas*. Julian Messner, 1958.

Gies, Frances & Joseph. *Cathedral, Forge, and Waterwheel: Technology and Invention in the Middle Ages*. HarperPerennial, 1995.

Glassman, James K. "Dihydrogen Monoxide: Unrecognized Killer." *Washington Post*, 21 Ekim 1997.

Gohau, Gabriel. *A History of Geology*. Rutgers University Press, 1991.

Gould, Stephen Jay. *Hen's Teeth and Horse's Toes*. W.W. Norton & Company, 1983.

Gould, Stephen Jay. *The Lying Stones of Marrakech*. Three Rivers Press, 2000.

Gould, Stephen Jay. *Wonderful Life: The Burgess Shale and the Nature of History*. W.W. Norton & Company, 1989.

Gray, Harry B., John D. Simon ve William C. Trogler. *Braving the Elements*. University Science Books, 1995.

Green, Harvey. *Fit for America: Health, Fitness, Sport & American Society*. Pantheon Books, 1986.

Greenaway, Frank. *John Dalton and the Atom*. Cornell University Press, 1966.

Hardy, Alister C. "Was man more aquatic in the past?" *New Scientist*, 17 Mart 1960, s. 642-5.

Haris, Marvin. *Cows, Pigs, Wars and Witches: The Riddles of Culture*. Random House, 1974.

Hawkings, Gerald. *Stonehenge Decoded*. Fontana/Collins, 1972.

Hazen, Margaret Hindle, ve Robert M. Hazen. *Keepers of the Flame: The Role of Fire in American Culture 1775-1825*. Princeton University Press, 1992.

Heiserman, David. *Exploring Chemical Elements and their Compounds*. TAB Books, 1992.

Hollenbach, D.F. ve J.M. Herndon. "Deep-earth reactor: nuclear fission, helium and the geomagnetic field." *Proceedings of the National Academy of Sciences (ABD)*: 98 (20) 2001, s. 11085-90.

Holmes, Hannah. *The Secret Life of Dust*. John Wiley&Sons, 2001.

Huxley, Aldous. *Plant and Planet*. Viking Press, 1975.

Jay, Ricky. *Learned Pigs and Fireproof Women*. Villard Books, 1986.

Jellinek, Paul. *The Psychological Basis of Perfumery*. Thomson Publishing, 1997.

Judson, Sheldon, Marvin E. Kauffmann ve L. Don Leet. *Physical Geology*. Prentice Hall, 1987.

Kerr, Richard. "Earth Seems to Hum along with the Wind." *Science* 283: 321, 1999.

Kious, W. Jacquelyne ve Robert I. Tilling. "This Dynamic Earth: The Story of Plate Tectonics." ABD Hükümeti Basımevi, 1996.

Kocsis, Richard N. "Arson: Exploring Motives and Possible Solutions." *Trends&Issues in Crime and Criminal Justice*, Ağustos 2002.

Korfman, Manfred. "The Sling as Weapon." *Scientific American*, Ekim 1973, s. 35-42.

Kunz, George Frederick. *The Magic of Jewels and Charms*. Dover Publications, 1997.

Kunzig, Robert. "The Physics of Fire: Infernal Combustion." *Discover*, Ocak 2001, s. 35-6.

Kurlansky, Marc. *Salt: A World History*. Walker and Company, 2002.

Lane, Nick. *Oxygen: The Molecule that Made the World*. Oxford University Press, 2002.

Laszlo, Pierre. *Salt: Grain of Life*. Columbia University Press, 1998.

Le Couteur, Penny and Jay Burreson. *Napoleon's Buttons: How 17 Molecules Changed History*. Jeremy P. Tarcher/Putnam, 2003.

Leopold, Luna B. ve W.B. Langbein. "River Meanders." *Scientific American*, Haziran 1996.

Leslie, Jacques. "Running Dry." *Harper's Magazine*, Temmuz 2000, s. 37-52.

Levy, Matthys ve Mario Salvadori. *Why the Earth Quakes*. W. W. Norton, 1995.

Loverlock, J. E. *Gaia: A New Look at Life on Earth*. Oxford University Press, 2001.

McCutcheon, Lynn. "What's That I Smell? The Claims of Aromatherapy." *Skeptical Inquirer*, Mayıs/Haziran 1996.

McGee, Harold. *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen*. Charles Scribner's Sons, 1984.

Manguel, Albert. *A History of Reading*. Viking, 1996.

McPhee, John. *Annals of the Former World*. Farrar, Straus&Giroux, 1998.

Mende, Stephen B., Davis D. Sentman ve Eugene M. Wescott. "Lightning Between Earth and Space." *Scientific American*, Ağustos 1997, s. 56-9.

Morey-Holton, Emily R. *Evolution on Planet Earth'te "Gravity: A Weighty Topic"*, Academic Press, 2002.

Morgan, Elaine. *The Scars of Evolution: What Our Bodies Tell Us about Human Origins*. Oxford University Press, 1994.

Morton, Ron L. *Music of the Earth: Volcanoes, Earthquakes, and Other Geological Wonders*. Perseus Press, 1996.

Nahm, Milton C. *Selections from Early Greek Philosophy*. Prentice Hall, 1964.

Nicholl, Charles. *The Chemical Theatre*. Akadine Press, 1997.

Novella, Robert. "The Physics and Fantasy of Firewalking." *The New England Journal of Skepticism*, Yaz 1999.

Pappalardo, Robert T., James W. Head ve Ronald Greeley. "The Hidden Ocean of Europa." *Scientific American*, Ekim 1999, s. 54-63.

Parfit, Michael. "The Essential Element of Fire." *National Geographic*, Eylül 1996, s.116-39.

Partington, J.R. *A History of Greek Fire and Gunpowder*. Johns Hopkins University Press, 1999.

Partington, J.R. *A Short History of Chemistry*. Dover Publications, 1989.

Pelham, David. *The Penguin Book of Kites*. Penguin Books, 1976.

Pellegrino, Charles. *Return to Sodom and Gomorrah*. Avon Books, 1994.

"The Periodic Table of Elements." Çeşitli yazarlar, *Chemical and Engineering News*; 8 Eylül 2003, s. 27-190.

Pielou, E.C. *Fresh Water*. University of Chicago Press, 1998.

Pitman, Walter C. ve William B. F. Ryan. *Noah's Flood: The New Scientific Discoveries about the Event that Changed History*. Simon&Schuster, 1999.

Plimpton, George. *Fireworks: A History and Celebration*. Doubleday, 1984.

Pliny the Elder. *Natural History: A Selection*. Penguin Books, 1991.

Pringle, Hester. "The Cradle of Cash." *Discover*, Ekim 1998.

Pullman, Bernard. *The Atom in the History of Human Thought*. Oxford University Press, 1998.

Pyne, Stephen J. *World Fire: The Culture of Fire on Earth*. University of Washington Press, 1995.

Raymo, Chet. *The Crust of Our Earth*. Prentice Hall, 1983.

Revelle, William. "Personality Processes." *Annual Review of Psychology* 46, 1995, s. 295-328.

Robertson, James C. *Introduction to Fire Prevention*. Prentice Hall, 2000.

Sacks, Oliver. "Mendeleev's Garden." *The American Scholar*, Sonbahar 2001, s. 21-7.

Salzberg, Hugh W. *From Caveman to Chemist*. American Chemical Society, 1990.

Sandford, Scott. "Amorphous Ice." *Mercury Magazine*, Ocak/Şubat 1998.

Sarton, George. *A History of Science: Ancient Science through the Golden Age of Greece*. John Wiley&Sons, 1952.

Sarton, George. *A History of Science: Hellenistic Science and Culture in the Last Three Centuries B.C.* John Wiley&Sons, 1965.

Scerri, Eric R. "The Evolution of the Periodic System." *Scientific American*, Eylül 1998, s. 78-83.

Schama, Simon. *Landscape and Memory*. Alfred A. Knopf, 1995.

Spindler, Konrad. *The Man in the Ice*. Harmony Books, 1994.

Stanley, Steven M. *Children of the Ice Ages: How a Global Catastrophe Allowed Humans to Evolve*. Henry Holt, 1998.

Steingarten, Jeffrey. "The Man Who Ate Everything'de "Water". Alfred A. Knopf, 1997, s. 63-74.

Stevens, William K. *The Change in the Weather: People, Weather, and Science of Climate*. Delacorte, 1999.

Strathern, Paul. *Mendeleyev's Dream: The Quest for the Elements*. Thomas Dunne Books, 2001.

Strauss, Stephen. *The Sizesaurus'da* "How Hot is Hell Anyway?". Kodansha International, 1995.

Stwertka, Albert. *A Guide to the Elements*. Oxford University Press, 1998.

Sullivan, Walter. Galileo's Commandment: An Anthology of Great Science Writing'de "Looking for the Drift". W. H. Freeman, 1997.

Szpir, Michael. "Bits of Ice XI ve Ice XII." *American Scientist*, Eylül-Ekim 1996.

Taylor, F. Sherwood. *The Alchemists*. Collier Books, 1949.

Taylor, Robert. "The Sixth Sense." *New Scientist*, 25 Ocak 1997, s. 36-40.

Trefil, James. *Meditations at 10,000 Feet*. Charles Scribner's Sons, 1986.

Uhlman, John ve Peggy Heinrich. *The Soul of Fire: How Charcoal Changed the World*. American Fireworks News, 1987.

Van Dover, Cindy Lee. *The Octopus's Garden: Hydrothermal Vents and Other Mysteries of the Deep Sea*. Addison-Wesley, 1996.

Van Dyke, John C. *Dağ*. University of Utah Press, 1992.

Vine, F. J. ve D. H. Matthews. "Magnetic anomalies over oceanic ridges." *Nature* 199, 1963, s. 947-9.

"Vital Fires." Çeşitli yazarlar. *Whole Earth*, Kış 1999.

Volcanoes and the Earth's Interiors. Çeşitli yazarlar. W. H. Freeman and Company, 1982.

Von Baeyer, Hans Christian. *Rainbows, Snowflakes and Quarks*. Random House, 1984.

Walker, Jearl. "Boiling and the Liedenfrost Effect." *Scientific American*, Ağustos 1977, s. 126-31.

Watson, Lyall. *Heaven's Breath: A Natural History of the Wind*. Hodder&Stoughton, 1984.

Watson, Lyall. *Jacobson's Organ and the Remarkable Nature of Smell*. W. W. Norton&Company, 1999.

Westroek, Peter. *Life as a Geological Force*. W.W. Norton&Company, 1991.

Whelan, Robert. *The Ecology of Fire*. Cambridge University Press, 1998.

Wolke, Robert L. *What Einstein Told His Cook: Kitchen Science Explained*. W. W. Norton&Company, 2002.

Wright, Karen. "Red Sky, Hot Nights, Red Sprites", *Scientific American Presents the Weather*, May 2000, s. 48-53.

Wright, Lawrence. *Clean and Decent: The Unruffled History of the Bathroom and the WC*. Viking Press, 1960.

Wysession, Michael. "The Inner Workings of the Earth." *American Scientist*, Mart-Nisan 1995.

Young, Louise B. *Earth's Aura*. Alfred A. Knopf, 1977.

Zebrowski, Ernest, Jr. *Perils of a Restless Planet: Scientific Perspectives on Natural Disasters*. Cambridge University Press, 1997.

Zeilinga de Boer, Jelle ve Donald Theodore Sanders. *Volcanoes in Human History*. Princeton University Press, 2002.

DİZİN

- A**
- AAT (Sucul Kuyruksuz Maymun Teorisi) 73
- Adenozin trifosfat (ATP) 165, 166, 169
- Aeolian canlı topluluğu 206
- Akifer 69, 88, 147
- Aktinitler 49, 53, 273
- Alfred Nobel 269, 270
- Alister Hardy 73
- Altın 8, 9, 10, 17, 20, 23, 27, 29, 30, 33, 34, 38, 41, 46, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 69, 70, 71, 72, 75, 80, 87, 89, 91, 93, 99, 104, 109, 112, 114, 116, 117, 119, 122, 123, 124, 128, 132, 135, 136, 137, 138, 139, 143, 147, 152, 155, 156, 163, 173, 179, 180, 183, 187, 188, 191, 196, 199, 201, 202, 204, 214, 217, 219, 220, 221, 224, 226, 227, 228, 232, 236, 237, 239, 241, 247, 248, 254, 256, 258, 259, 261, 271, 273, 274, 275, 278, 280, 281, 282, 284, 285, 286, 287, 290, 293, 294, 296, 297, 298, 300, 301, 303
- Amerikan 68, 78, 79, 81, 83, 127, 128, 148, 149, 184, 204, 230, 231, 238, 246, 274
- Anaksimandros 12, 13
- Anaksimenes 13, 14, 15
- Antarktika 127, 130, 174, 300
- Antoine Lavoisier 34, 63, 159
- Arşimet 294
- Aristo 12, 26, 27, 28, 33, 164, 255, 296
- Aroma terapisi 216
- Asbest 257
- Ateş 223, 225, 227, 229, 231, 233, 235, 237, 239, 241, 243, 245, 247, 249, 251, 253, 255, 257, 259, 261, 263, 265, 267, 269, 271, 273
- Atmosfer 96, 131, 133, 136, 152, 153, 154, 157, 166, 167, 168, 172, 178, 179, 227, 268, 279, 284
- Atom 20, 21, 22, 23, 28, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 46, 50, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 65, 118, 177, 178, 231, 248, 251, 272, 273, 306, 312, 316
- Atom bombası 53, 118
- Avustralya 86, 95, 100, 135, 141, 145, 198, 202, 208, 274, 280, 286
- Barut 136, 235, 237, 238, 244, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268
- B**
- Beaufort Rüzgâr Ölçeği 185
- Beşinci Element 26
- Benjamin Franklin 78, 127, 229, 257

Bernoulli İlkesi 197
 Birinci Elizabeth 44, 78, 203,
 216, 237, 265, 311
 Blaise Pascal 155, 156
 Boyle 32, 33, 34, 159
 Buhur 214, 215
 Bumerang 198
 Büyük Kanyon 144, 286
 Büyük İskender 85, 99, 294

C,Ç

Cardano 132, 133
 Carl Jung 304
 Carl Linnaeus 40, 212
 Charles Darwin 36, 91, 207, 286
 Charles Dickens 115, 213
 Charles Hatfield 136
 Charles Lamb 244
 Christopher Columbus 130, 154
 Çin 19, 34, 46, 77, 85, 92, 99, 100,
 107, 110, 118, 120, 130, 135, 137,
 138, 139, 140, 141, 144, 145, 147,
 148, 161, 168, 181, 191, 198, 201,
 202, 209, 224, 227, 229, 230, 239,
 240, 242, 243, 244, 248, 262, 263,
 264, 265, 266, 271, 277, 282, 287,
 289, 300
 Cöller 61, 62, 68, 300
 Coriolis etkisi 126, 127, 179

D

Daedalus 194, 195

Dante 90, 193, 271
 Davy Jones'un ambarı 108
 Demokritos 21, 22, 28, 37
 Depremeler 107, 117, 168, 273,
 287
 Descartes 156, 157, 158
 Dinamit 136, 237, 268, 269, 270,
 295
 Dioscorides 259, 291
 Dmitri Mendeleev 44

E

Elaine Morgan 73
 Elementler 5, 7, 11, 17, 19, 23,
 26, 27, 29, 30, 33, 36, 37, 38, 41,
 42, 43, 45, 48, 49, 50, 52, 53, 55,
 56, 58, 59, 60, 166, 168, 225, 303,
 305, 306, 307
 Emile Beguyer 42
 Empedokles 16, 17, 18, 28, 30,
 37, 190
 Enerji 51, 66, 75, 97, 114, 117,
 118, 145, 165, 166, 167, 169, 174,
 176, 177, 184, 204, 205, 207, 231,
 252, 254, 267, 270, 272, 273, 274,
 278, 289, 290
 Erozyon 145, 258
 Eski Ahit 9, 70, 84, 135, 137, 192,
 276
 Eski Mısır 70, 75, 77, 123, 138,
 198, 206, 260, 301

- G**
- Gaia 55, 277, 278, 314
- Gazlar 34, 63, 154, 161, 252
- Georg Ernst Stahl 250
- George Leigh Mallory 284
- Georgius Agricola 291
- Gladyatörler 215
- Glenn Seaborg 53
- Guy Fawkes 237, 238
- H**
- H. L. Mencken 79
- Handel 62
- Hatshepsut 214, 297
- HAVA 8, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 27, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 46, 58, 59, 60, 62, 63, 66, 73, 75, 76, 77, 90, 94, 96, 108, 112, 124, 134, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 182, 186, 187, 188, 189, 190, 192, 193, 194, 195, 196, 197
- Hava Kalite Göstergesi 175
- Helen Keller 59, 218, 221, 243
- Helyum 49, 55, 57, 160, 167, 305
- Henning Brandt 247
- Henry Cavendish 35, 63
- Henry David Thoreau 67
- Heraklitos 14, 15, 28
- Herkül 90, 95, 129, 276
- Herman Melville 106, 148
- Hidrojen 7, 20, 35, 38, 41, 48, 51, 57, 63, 64, 65, 66, 67, 89, 92, 101, 102, 104, 142, 159, 160, 167, 289, 305, 306
- Hidrojen bombası 289
- Hidroterapi 81, 82
- Hidrotermal delikler 124
- Himalayalar 138, 279, 280, 282, 283, 284, 285
- Hipokrat 19, 80, 189, 216, 303, 304
- Hipsometrik eğri 281
- Homeros 15, 164, 181
- I**
- İlyada 164, 181
- İncil 40, 109, 121, 184, 189, 231, 260, 300
- J**
- James Lovelock 277
- Jan Baptista Van Helmont 158
- Jean-Henri Fabre 220
- Jean-Paul Marat 79
- Johannes Kepler 24
- John Amoore 218
- John Cage 62
- John Dalton 36, 312
- John Masefield 107, 181
- John Newlands 43
- Jons Jacob Berzelius 38

Joseph Conrad 108, 181
 Joseph Priestley 63, 159, 160,
 161, 171
 Juan Ponce de Leon 86
 Jül Sezar 76, 143, 164, 166, 241

K

Kamikaze 191
 Karadeniz 10, 21, 123, 139, 143,
 261
 Karbon 34, 38, 45, 49, 54, 57, 68,
 101, 134, 158, 160, 161, 164, 165,
 166, 167, 174, 178, 251, 252, 305,
 306
 Karbondioksit 158, 160, 164,
 165, 166, 167, 251, 252
 Karun 10, 256
 Kestaneфіşekleri 262
 Kitap Yakma 31, 243
 Krakatoa 118
 Ksenophanes 8, 14, 15, 16
 Kundakçılık 92, 236, 237
 Kuroşio Akıntısı 126
 La Brea Katran Çukurları 259
 Laden reçenesi 214, 215
 Leidenfrost etkisi 253
 Leonardo da Vinci 28, 132
 Louis Frank 71
 Lut Gölü 123, 124
 Lynn Margulis 168, 277

M

Maden suyu 88
 Malaria 172
 Mancınık 258, 294, 295
 Mariana Çukuru 109
 Marie Curie 54
 Mark Twain 200, 228
 Marko Polo 198, 199, 256, 257,
 260, 262
 Mars 19, 24, 25, 68, 69, 71, 277,
 281
 Mağara resimleri 198
 Menderes 11, 144, 145
 Metaller 30, 34, 41, 48, 292, 296
 Mezopotamya 137, 140, 164,
 214, 260
 Michael Faraday 251
 Mineraller 41, 92, 291, 292
 Mitokondri 169, 171
 Mitoloji 85, 86, 87, 90, 98, 106,
 107, 119, 137, 139, 140, 141, 149,
 180, 181, 206, 224, 225, 239, 261,
 271, 273, 274, 276, 277, 282, 298
 Mısır 9, 10, 22, 70, 75, 77, 96,
 110, 112, 123, 132, 138, 140, 145,
 181, 182, 189, 194, 198, 201, 206,
 207, 208, 214, 219, 260, 262, 276,
 282, 297, 301

N

Nafta 258, 260, 261
 Napolyon 82, 98, 160, 249

Narkisos 149, 150
 Nero 99, 233
 Nil Nehri 138, 145
 Nitrogliserin 113, 268, 269, 270
 Nitrojen 36, 42, 153, 160, 161, 167, 168, 174, 175, 266
 Nitroselüloz 268
 Norveç 107, 119, 129, 153, 180, 230, 269, 271, 273
 Nuh 137, 138, 139, 260
 Nükleer reaktör 52, 272
 Nymph 86

O

Oksijen 36, 38, 39, 41, 42, 49, 63, 65, 101, 104, 153, 154, 155, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 171, 175, 176, 177, 196, 248, 251, 252, 266, 284, 299, 306
 Oksijen çubukları 171
 Oksijensiz radikaller 171
 Okyanuslar 66, 69, 108, 116, 119, 123, 124, 129, 131
 Orman Yangınları 190, 229, 231

P

Paracelsus sınıflandırılmaları 30, 31, 32, 33, 221
 Parfüm 214, 215, 216, 217
 Pasifik 67, 92, 109, 110, 115, 116, 130, 178, 183, 198, 201, 205, 270, 286

Paul Lecoq de Boisbaudran 46
 Percy Bridgman 103
 Periyodik Cetvel 8, 42, 43, 45, 47, 50, 51, 53, 58, 306, 307
 Petrol 91, 258, 259, 260, 261
 Pisagor 14, 18, 19, 23, 26, 28, 42
 Plato 139, 296
 Pliny the Elder 61, 121, 190, 192, 224, 229, 255, 257, 277, 315
 Polen 174, 207, 208
 Pompei 75
 Pontius Pilatus 84
 Poseidon 107, 114, 180, 287
 Prester John 256
 Prometheus 55, 223, 224

Q

Quintessence 26

R

Radyum 56
 Rhazes 30
 Richter Ölçeği 288, 289
 Robert Boyle 32, 159
 Roger Bacon 263
 Roma 19, 27, 31, 35, 40, 55, 56, 68, 77, 78, 79, 80, 83, 87, 98, 99, 104, 108, 120, 121, 125, 143, 164, 172, 192, 207, 213, 214, 215, 218, 260, 262, 265, 276, 294, 297, 301
 Rubicon Nehri 143
 Rudyard Kipling 108, 110

S

SAD (mevsime bağlı duygusal rahatsızlık) 134

Savan teorisi 72

Seller 138, 168, 228, 286

Semender 221, 252, 253, 255, 256, 257, 258

Siklon 191, 192

Silikat 257, 292

Silikon 81, 119, 292, 299

Simya 27, 28, 29, 30, 33, 158, 159, 247, 262, 263, 296, 297, 298

Sir Edmund Hillary 284

Sir Isaac Newton 116

Sismograf 287, 288

Siyanobakteriler 167, 168

Smokey Bear 231

Sodyum 38, 41, 48, 57, 119, 120, 122, 123

Sokrates 12, 14, 21, 22, 23, 28, 166, 215, 303

Stiks Nehri 140

Sylvester Graham 82

T

Tacoma Narrows Köprüsü 185

Tayfun 107, 191

Tellür 41, 42, 55, 276

Tellürük vida 42, 46

Theophrastus 30, 189, 296

TNT 118, 268, 289

TOPRAK 8, 15, 16, 19, 22, 24, 26, 30, 31, 32, 33, 48, 49, 54, 56, 58, 59, 60, 62, 70, 77, 88, 90, 95, 96, 106, 141, 146, 156, 160, 168, 174, 176, 182, 190, 193, 201, 224, 237, 258, 260, 266, 269, 271, 275, 276, 277, 278, 279, 281, 283, 285, 286, 287, 289, 290, 291, 292, 293, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307

Tornado 191, 192

Tsunami 107, 117, 118, 168, 286, 289

Tutankhamon 198, 201, 215

U

Ultraviyole ışınları 155, 176, 177

Uranyum 7, 36, 45, 53, 55, 272, 273

V

Valans 45, 46, 48, 50

Vesta bakireleri 239

Vikingler 108, 201, 271

Vincent Priessnitz 81

W

Walden Gölü 67, 111

Wilbur ve Orville Wright 200

William Bligh 94

Y

Yanan Adam 240, 241

Yangtze Nehri 138

Yellowstone Ulusal Parkı 90

Yunan 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16,
18, 19, 20, 21, 22, 26, 28, 30, 31,
32, 34, 37, 50, 52, 54, 55, 56, 58,
59, 60, 61, 68, 76, 77, 80, 84, 85,
86, 90, 92, 103, 107, 112, 113,
114, 116, 122, 125, 140, 141, 145,
149, 154, 156, 158, 161, 163, 168,
169, 172, 176, 180, 185, 191, 194,
198, 201, 206, 216, 219, 226, 239,
247, 251, 255, 257, 258, 260, 261,
269, 276, 277, 282, 286, 287, 291,
293, 294, 295, 297, 298, 301, 303,
304, 305, 307, 308

Yunanistan 9, 12, 16, 17, 27, 54,
299

Z

Zerdüşt 28, 260

Zheng He 202

Ben, büyük bir ustalıkla, elementlerden ve ilahi bir ruhtan meydana getirilmiş küçük bir dünyayım.

John Donne

Bugün dünya üzerinde sahip olduğumuz her şey, doğal yollarla oluşmuş doksan iki elementin bir veya daha fazlasından oluşmaktadır. Büyüklük olarak ufacık hidrojenden, uranyum kadar devasa nesnelere kadar değişen bu farklı şeyler, maddenin alfabesidir: tıpkı yirmi dokuz harfin dizilişinin, tekerlemelerden Shakespeare'in trajedilerine kadar her şeyi oluşturduğu gibi, elementler de yerleri yaratıcı biçimde değiştirildiğinde, bir ay taşı, oyuncak Barbie bebek, maymun veya B-52 bombardıman uçağı meydana getirebilirler.

Dört elementle -hava, toprak, su ve ateş- ilişkimiz hem yakın hem de uzaktır: elementler, hem siklotronların anlaşılması güç maddeleri, hem de günlük yaşamın temelidirler. Medeniyetlerimiz elementler üzerine kurulmuşlardır ve mevcut teknolojinin tamamı onlardan doğar. Gözlerimizi kısırak gündüğümüzü izlediğimiz veya yıldızlarla dolu bir gökyüzünü seyre daldığımız her vakit, elementlerin oluşum sürecini izleriz.

Elinizdeki kitap dört elementi sizi hiç sıklmadan yalnız anlatıyor. Hava, toprak, su ve ateşin sadece bilimsel yönü değil, tarihi ve mitolojik unsurlarının da üzerinde duruyor. Dört Element içinde yaşadığımız dünyayı anlamamızı sağlar ve es geçilmemesi gereken bir kaynak kitap.



FİYATI: 15