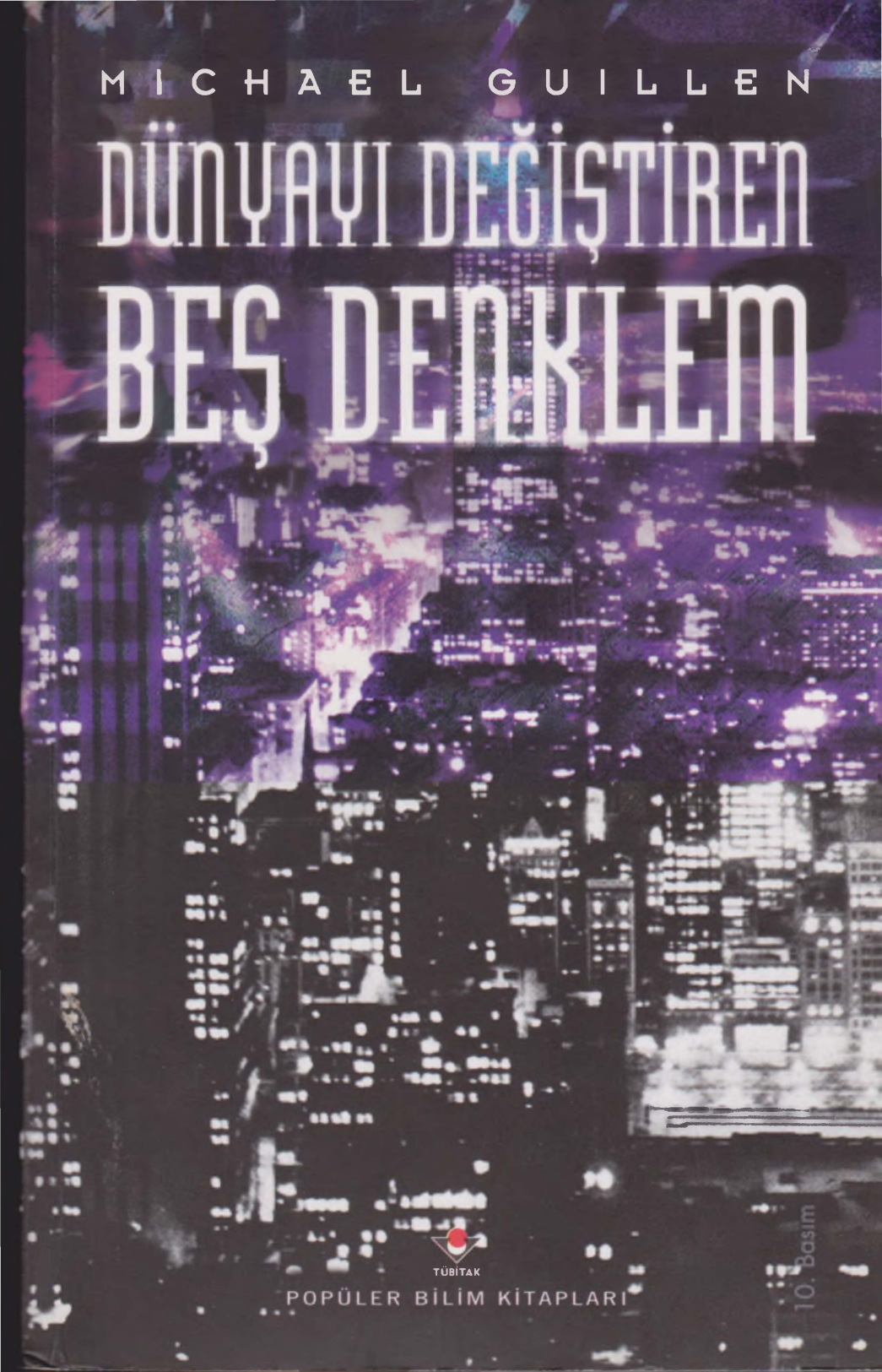
MICHAEL GUILLEN

DÜNYAYI DEĞİŞTİREN BEŞ DENKLEM



TÜBİTAK

POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

10. Basım

Dünyayı Değiştiren Beş Denklem

matematiğin gücü ve şiirselliği

Michael Guillen

TÜBİTAK
POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları 141

Dünyayı Değiştiren Beş Denklem - Matematiğin Gücü ve Şiirselliği
Five Equations That Changed The World - The Power and Poetry of Mathematics
Michael Guillen

Çeviri: Gürsel Tanrıöver
Türkçe metnin bilimsel danışmanı: Prof. Dr. Ali Ulvi Yılmazer
Redaksiyon: Pınar Arpaçay

© 1995 Dr. Michael Guillen
© Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, 1999

Bu yapıtın bütün hakları saklıdır. Yazılar ve görsel malzemeler,
izin alınmadan tümüyle veya kısmen yayımlanamaz.
Türkçe yayın hakları Nurcihan Kesim Telif Hakları Ajansı aracılığı ile alınmıştır.

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları'nın seçimi ve değerlendirilmesi
TÜBİTAK Yayın Komisyonu tarafından yapılmaktadır.

ISBN 975 - 403 - 206 - 8

İlk basımı Mart 2001'de yapılan
Dünyayı Değiştiren Beş Denklem
bugüne kadar 27.500 adet basılmıştır.

10. Basım Mart 2006 (5000 adet)

Yayıma Hazırlayan: Barış Bıçakçı
Grafik Tasarım: Cemal Töngür

TÜBİTAK
Popüler Bilim Kitapları Müdürlüğü
Atatürk Bulvarı No: 221 Kavaklıdere 06100 Ankara
Tel: (312) 467 72 11 Faks: (312) 427 09 84
e-posta: kitap@tubitak.gov.tr
İnternet: kitap.tubitak.gov.tr

Semih Ofset - Ankara

Dünyayı Değiştiren Beş Denklem

matematiğin gücü ve şiirselliği

Michael Guillen

Çeviri
Gürsel Tanrıöver

TÜBİTAK POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

Dünyamı güzelleştiren Laurel'a

İçindekiler

Teşekkür I

Giriş 1
Matematiğin Şiirselliği

Elmalar ve Oranje Prensleri 9
Isaac Newton ve Evrensel Kütleçekimi Yasası
$F = G \times M \times m \div d^2$

Kayadan Daha Karmaşık,
İnsan Yaşamından Daha Basit 67
Daniel Bernoulli ve Hidrodinamik Basınç Yasası
$P + \rho \times \frac{1}{2} v^2 = \text{SABİT}$

Soylu Yasa 123
Michael Faraday ve Elektromanyetik İndükleme Yasası
$\nabla \times E = -\partial B / \partial t$

Yararsız Bir Deneyim 171
Rudolf Clausius ve Termodinamiğin İkinci Yasası
$\Delta S_{evren} > 0$

Fazla Merak Ocakları Söndürdü 223
Albert Einstein ve Özel Görelilik Teorisi
$E = m \times c^2$

Dizin 277

Teşekkür

Olağanüstü yetenekleri ve azimleri dolayısıyla araştırmacıların Noe Hinojosa Jr., Laurel Lucas, Miriam Marcus ve Monya Baker'a teşekkür etmek istiyorum.

Yine olağanüstü sabrı, dostluğu ve zekice fikirleri için yayın temsilcim Nat Sobel'in yanı sıra gayretleri, yapıcı eleştirileri ve vermiş oldukları destek nedeniyle yayıncım Bob Miller ile editörüm Brian DeFiore'ye de özellikle teşekkür ediyorum.

Barbara Aragon, Thomas Bahr, Randall Barone, Phil Beuth, Graeme Bird, Paul Cornish (İngiliz Bilgi Hizmetleri), Stefania Dragojlovic, Ulla Fringeli (Basel Üniversitesi), Owen Gingerich, Ann Godoff, Heather Heiman, Gerald Holton, Carl Huss, Victor Iosilevich, Nancy Kay, Allen Jon Kinnamon (Harvard Üniversitesi, Cabot Bilim Kütüphanesi) Gene Krantz, Richard Leibner, Martha Lepore, Barry Lippman, Stacie Marinelli, Martin Mattmüller (Basel Üniversitesi Kütüphanesi), Robert Millis, Ron Newburgh, Neil Pelletier (Amerikan Bahçecilik Derneği), Robert Reichblum, Jack Reilly, Diane Reverand, Hans Richner (İsviçre Federal Teknoloji Enstitüsü), William Rosen, Janice Shultz (Deniz Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarı), John Stachel (Boston Üniversitesi), Rabbi Leonard Troupp, David Vale (Grantham Müzesi), Spencer Weart (Amerikan Fizik Enstitüsü), Richard Westfall, L. Pearce Williams, Ken Yanni (Hoover Barajı) ve Allen Zelon'a çok değerli yardımları, önerileri ve teşvikleri için teşekkür borçluyum.

Bu nazik insanların bana sağladığı destek ve kolaylıklara karşın yine de hataların olmuşsa, bunların sorumluluğu tamamen bana aittir ve hatalarımı düzeltecek dikkatli okurlarıma şimdiden teşekkür ederim.

Giriş

Matematiğin Şiirselliği

Şiir, bir şeyi en güzel,
en etkileyici ve en gerçek
şekilde ifade etme sanatıdır.

Matthew Arnold

Matematik bir dildir ve ne denli önemli bir dil olduğunu en iyi biçimde Kutsal Kitap'tan bildik bir hikâyeyle başlayarak açıklayabilirim. Eski Ahit'e göre, bir zamanlar dünyadaki bütün insanların tek bir dil konuştuğu bir dönem vardı. Bu, insanları birleştirmiş ve işbirliğini öylesine kolaylaştırmıştı ki, imkânsız gibi görünen bir şeyi gerçekleştirmek için ortak bir işe kalkışmışlardı: Babil kentinde o denli yüksek bir kule yapacaklardı ki, cennete bu kule yardımıyla erişmeleri mümkün olacaktı.

Bu affedilemez büyüklük taslama girişimi karşısında Tanrı tasasız günahkârların üzerine gazabını göndermekte gecikmedi. Hayatlarını bağışladı ama dillerini bağışlamadı: Kutsal Kitap'ta belirtildiği gibi, kâfirlerin bu girişimini önlemek için Tanrı'nın

yapması gereken tek şey "birbirlerini anlamamalarını sağlamak amacıyla dillerini farklılaştırmaktı."

Aradan binlerce yıl geçmiş olmasına rağmen hâlâ anlaşılmaz sözler söyleyip duruyoruz. Dilbilimcilere göre, günümüz dünyasında yaklaşık 1500 farklı dil konuşuluyor. Dünyadaki uyum ve beraberliğin bu denli kısıtlı oluşunun tek sorumlusunun farklı diller olduğu söylenemese de, daha fazla işbirliğinin yaşanmasını engellediği söylenebilir.

Hiçbir şey bu sıkıntı verici gerçeği bize Birleşmiş Milletler'den daha iyi anımsatamaz. Birleşmiş Milletler örgütlenmesi için ilk adımların atıldığı 1940'lı yıllarda yetkililer tüm diplomatların tek bir dil kullanmasını önermişlerdi. Bu sınırlama hem görüşmeleri kolaylaştıracak hem de küresel uyumu simgeleyecekti. Ancak, kendi dilsel kimliklerinden vazgeçmeye istekli olmayan üye ülkelerin buna karşı çıkması üzerine bir uzlaşma olanağı da ortadan kalktı. Günümüzde Birleşmiş Milletler'deki temsilcilerin şu *beş* dilden birini kullanmasına izin verilmektedir: Çince, İngilizce, Rusça, İspanyolca veya Fransızca.

Yıllar boyunca, küresel bir dil geliştirip, bunu yaygınlaştırmak amacıyla üç yüzden fazla girişimde bulunulmuştur. Bunlardan en ünlüsü Polonyalı göz doktoru L. L. Zamenhof'un 1887'deki girişimiydi. Esperanto adıyla bilinen yarattığı yapay dil günümüzde 22 ülkede 100.000'i aşkın kişi tarafından konuşulmaktadır.

Ancak, kusursuz bir biçimde konuşan insanların sayısının milyonları bulması ve bu insanların çabalarının tarihsel sonuçları göz önüne alındığında, *matematiğin* şimdiye dek konuşulmuş en başarılı küresel dil olduğu söylenebilir. Bize bir Babil Kulesi yapma olanağı vermese de, bir zamanlar en az onun kadar imkânsız görünen başarılar elde etmemizi sağlamıştır: Elektrik, uçaklar, nükleer bomba, insanoğlunun Ay'a ayak basması ve yaşam ile ölümün niteliğini anlama, bu başarılara örnek olarak verilebilir. Bizi sonunda dünyayı sarsan bu başarılara eriştiren denklemlerin keşfedilişi bu kitabın temasını oluşturmaktadır.

Matematik dilinde denklemler şiire benzer: Eşsiz bir doğrulukla gerçekleri dile getirir ve oldukça kısa ifadelerle ciltler dolusu bilgiyi aktarırlar. Matematik dilini bilmeyenler için ise çoğu kez anlaşılmaları zordur. Tıpkı şiirin içimizi derinlemesine görmemize yardımcı olması gibi, matematiğin şiirselliği de, -cennete kadar olmasa da, en azından görünen evrenin eşiğine kadar- çok *ötesini* görmemize yardımcı olur.

Düzyazı ile şiir arasındaki farkı açıklamaya çalışırken Robert Frost şiirin, tanımı gereği, başka bir dile tam olarak çevrilmesi asla mümkün olmayan, özlü bir ifade biçimi olduğunu öne sürmüştü. Matematik için de aynı şey söylenebilir: Kaleme alındığı dilde okunmadıkça, bir denklemin gerçek anlamını kavramak ya da güzelliğini takdir etmek olanaksızdır. Bu kitabı yazmamın asıl nedeni işte budur.

Bu kitap, bir önceki kitabım *Sonsuzluğa Uzanan Köprüler: Matematiğin İnsani Yönü*'nün bir ürünü değil, daha da gelişmiş bir devamıdır. *Köprüler*'i matematikçilerin nasıl düşündükleri ve hangi konulara kafa yordukları konusunda okuyucuya bir fikir verebilmek amacıyla yazdım. Ayrıca, matematikçilerin kendilerini ifade edebilmek için kullandıkları dili de -sayıları, sembolleri ve mantığı- açıklamaya çalıştım. Bütün bunları, okuyucuyu bir tane denklemle bile karşı karşıya bırakmadan yaptım.

Köprüler, matematik fobisine yakalanmış ve kendilerini sürekli olarak endişelendiren bir konuda yazılmış bir kitabı alacak cesarete veya meraka sahip bulunmayan kimselere sunulmuş tadı hoş bir ilaç gibiydi. Kısacası, *Sonsuzluğa Uzanan Köprüler*, kolayca yutulacak şekilde tasarlanmış matematiğe ilişkin bir okur-yazarlık hapıydı.

Hiç denklem içermeyen başarılı bir kitap yazmış olmaktan aldığım cesaretle bir adım ileri gidiyorum. Elinizdeki kitapta, dönüm noktası niteliğindeki önemli başarıların, yani günlük yaşamımızı kalıcı bir biçimde değiştiren denklemlerin matematiksel kaynağını ele alıyorum.

Değiştirilmemiş, ilk hallerindeki bu beş olağanüstü denklemle insanlara rahat ve kolay bir şekilde tanışma imkânı veren daha yüksek dozda bir matematik hapı sunduğum söylenebilir. Okuyucular, *kendi başlarına* denklemlerin ne anlama geldiğini kavrayabilecek ve onların matematiksel olmayan ve kaçınılmaz olarak yetersiz kalan açıklamalarıyla yetinmeyeceklerdir.

Okuyucular ayrıca, her bir denklemin nasıl türetildiğini de keşfedeceklerdir. Peki bu, neden bu kadar önemli? Çünkü, Robert Louis Stevenson'un söylediği gibi, "Egzotik bir yere yolculuk yaparken o yere varmak alınacak zevkin yarısıdır."

Umarım, bu kitaba şöyle bir göz atan matematik bilmeyen okur anlatma hevesimden ürküp kaçmaz. İçleri rahat olsun, çünkü bu beş denklem her ne kadar soyut görünse de, sonuçları kesinlikle öyle değildir -tıpkı bu denklemleri bulanlar gibi: Hastalık derecesinde sevgiye muhtaç yalnız bir adam; dağılmış bir aileden gelen ve duygusal çöküntüye uğramış bir deha; yoksulluk çeken, iyi öğrenim görmemiş dindar bir genç; çok tehlikeli bir dönemde yaşayan yumuşak sesli dul bir adam; ve liseden kovulmuş bir çokbilmiş.

Her hikâye beş bölümden oluşuyor. Giriş bölümünde, okuyucuyu daha sonra anlatılacaklara hazırlamak için, kahramanımızın başından geçen çarpıcı bir olay anlatılıyor. Daha sonra Veni, Vidi ve Vici diye adlandırdığım üç bölüm geliyor. Latince, "Geldim, Gördüm, Yendim" anlamına gelen bu sözcükleri Sezar'ın Bosporos kralı Pharnaces'i yendikten sonra söylediği anlatılır. Veni bölümünde kahramanımızın -bilim adamının- kendi gizemli konusuna nasıl ulaştığını anlattım. Vidi bölümünde tarihsel açıdan konunun nasıl bu kadar esrarengiz bir havaya büründüğünü ele alırken, Vici bölümünde bilim adamının bu gizemi çözüp tarihi bir denkleme ulaşmasını anlattım. Son olarak, Sondeyiş bölümünde bu denklemin yaşantımızı sonsuza dek nasıl yeniden biçimlendirdiği konusuna değindim.

Bu kitabı yazmaya hazırlanırken düzinelerce denklem arasından, yalnızca dünyamızı gelinen bu noktada ne ölçüde de-

ğiştirdiklerine bakarak, beş denklem seçtim. Ancak şimdi, bu denklemlerin hikâyelerinin, okuyucuya 17. yüzyıldan günümüze değin bilim ve toplumla ilgili kesintisiz bir tarihsel kayıt sunacak biçimde, bir araya geldiklerini görüyorum.

Söz konusu dönemin tarihte can alıcı bir yeri vardır. Bilimsel açıdan bu dönem, Bilimsel Devrim diye adlandırılan çağın başından Akıl, Aydınlanma, İdeoloji ve Analiz çağlarına kadar uzanır. Bu dönemde bilim, geçmiş zamanlardan kalma beş elementin her birinin, yani Toprak, Su, Ateş, Hava ve Esir'in gizemini çözmüştür.

Dahası, tarihin bu son derece önemli döneminde, Tanrı'nın bilimden sonsuza dek uzaklaştırıldığını, bilimin, gelecekle ilgili tahminde bulunmanın başlıca yolu olarak astrolojinin yerini aldığını, para getiren bir meslek haline geldiğini ve yaşam, ölüm, uzay ve zaman gibi son derece gizemli konularla uğraştığını görüyoruz.

Bu beş hikâyede, içe dönük bir genç olan Isaac Newton'un bir meyve ağacının altında sakin sakin oturduğu andan, tam tersine dışa dönük bir kişiliğe sahip olan genç Albert Einstein'ın İsviçre Alplerine tırmanırken neredeyse yaşamını yitirmek üzere olduğu ana kadar bilimin, o meşhur elmadan, kötü şöhretli atom bombasına doğru yaptığı yolculuğu görüyoruz. Başka bir deyişle, aynı zamanda, bir ışık ve umut kaynağı olan bilimin bir karanlık ve dehşet kaynağı haline gelişine de tanık oluyoruz.

Benden önceki yazarlar, bu beş bilim adamından bazılarının yaşamlarını konu alan kitaplar yazmıştı. Bunlar genellikle, çoğu kez göz korkutacak denli uzun biyografiler biçimindedir. Yine, benden önceki yazarlar, zekâ ürünü bu yeniliklerin bazılarının yazılı tarihin başlangıcına kadar giden soyağaçlarını yeniden çıkarmışlardır. Ancak, maymun iştahlı dikkatlerini, varlığımızı derinden ve yakından etkileyen az sayıdaki matematiksel denklem üzerinde asla yoğunlaştırmamışlardır.

Çoğu kimsenin, nükleer bombaların yapımından bir şekilde sorumlu olduğunu zaten bildiği Albert Einstein'ın ünlü denkle-

mi $E = m \times c^2$ bunun dışında kalmaktadır. Ancak, herkesçe bilinmesine karşın, adı kötüye çıkmış bu küçük ama acımasız denklem, pek çok insan için Procter & Gamble'ın şirket logosu kadar tanıdık, ancak yine onun kadar anlaşılmaz, gizemli bir işaretten öteye geçememektedir.

Bu denklemdeki *E*, *m*, ve *c* harfleri tam olarak neyi anlatmaktadır? Neden *c*'nin karesi alınmıştır? *E* için, *m* x c^2'ye eşit olmak ne anlama gelmektedir? Okuyucu bu ilginç soruların şaşırtıcı yanıtlarını "Fazla Merak Ocakları Söndürdü" başlıklı bölümde bulacaktır.

Diğer bölümlerde Einstein'dan daha az tanınan ama uygarlık tarihimizdeki etkileri en az onun kadar önemli olan bilim adamları konu edilmektedir. Örneğin, "Kayadan Daha Karmaşık, İnsan Yaşamından Daha Basit" adlı bölümde, İsviçreli fizikçi Daniel Bernoulli ve onun en sonunda bizi modern uçağa kadar götüren hidrodinamik denklemi $P + \rho \times \frac{1}{2} v^2 = SABİT$ konu edilmektedir. "Soylu Yasa" adlı bölüm ise İngiliz kimyacı Michael Faraday ve onun bizi elektriğe götüren elektromanyetik denklemi $\nabla \times E = - \partial B/\partial t$ hakkındadır.

"Elmalar ve Oranje Prensleri" başlıklı bölümde ise, İngiliz fizikçi Isaac Newton ve onun özel bir buluşa yol açmasa da insanoğlunun Ay'a ayak basması destanında önemli bir rol oynayan kütleçekimi denklemi $F = G \times M \times m \div d^2$ anlatılmaktadır.

Son olarak, "Yararsız bir Deneyim" adlı bölüm, Alman fizikçi Rudolf Julius Emmanuel Clausius ve onun termodinamik denklemi (ya da daha doğrusu, termodinamik *eşitsizliği*) $\Delta S_{evren} > 0$ ile ilgilidir. Bu eşitsizlik, tarihi bir buluş ya da olaya zemin hazırlamamış, sadece, şaşırtıcı bir şeyin farkına varılmasını sağlamıştır: Yaygın inanışın tersine, canlı olmak doğaya aykırıdır; gerçekte yaşam, Evren'in bu en temel yasasına uyum göstermek yerine meydan okuyarak varlığını sürdürmektedir.

Önceki kitabım *Sonsuzluğa Uzanan Köprüler*'de insanoğlunun hayal gücünün, gerçekleri kavramada, aslında bir altıncı

duyu işlevi gördüğünü öne sürmüştüm. Gökyüzündeki yıldızlar gibi, bu gerçekler de oralarda bir yerde, olağanüstü bir algılamaya sahip hayal gücünüz tarafından saptanmayı bekliyor. Ayrıca, son kitabımda *matematiksel* hayal gücünün bu soyut gerçekleri sezinlemede özellikle önemli olduğunu ileri sürmüş ve bu düşüncemi destekleyen çok sayıda örnek de vermiştim.

Bu kitapta da okurlar, matematiğin son derece hassas algılama yeteneğine sahip, olağanüstü bir bekçi köpeği olduğu tezinin çarpıcı kanıtlarıyla karşılaşacaklardır. Aksi halde beş matematikçinin kendilerini hedefe götüren kokuyu alarak, kendi denklemleri üzerinde yoğunlaşmalarındaki bu şaşmaz, olağanüstü ustalık ve yeteneği başka türlü açıklamak olanaksızdır.

Denklemler, ebedi ve evrensel gerçeklerin nasıl algılanıp anlaşıldığını temsil etmekle birlikte, yazıya dökülüş biçimleriyle kesinlikle insan elinden çıkmadır. Sonsuz gerçeklerin sonlu varlıklarca algılanabilmesini sağlayabilmek üzere denklemlere, şiire bu denli çok benzeyen bir yapı kazandıran şey de işte budur.

Bu nedenle, kitapta anlatılan bilim adamları sadece birer entelektüel kâşif değildir. Onlar aynı zamanda, matematik dilinin geniş sözcük dağarcığını ve karmaşık gramer yapısını kullanmada ustalaşmış olağanüstü birer sanatçıdır. Onlar, nicel dünyanın Whitmanları, Shakespeareleri ve Shelleyleridir. Bıraktıkları miras ise, ilhamını insanoğlunun hayal gücünden alan en büyük şiirlerden beşidir.

$$F = G \times M \times m \div d^2$$

Elmalar ve Oranje Prensleri

Isaac Newton ve Evrensel Kütleçekimi Yasası

Bu karanlık ve engin dünyada,
Bazen Tanrı'nın geri dönmesini arzuluyorum;
Bazı şeyleri değiştiremese de,
Huzur verici bir yanı vardı.

Gamaliel Bradford

Isaac Newton on üç yaşındaydı ve son birkaç aydır, Grantham kentinin hemen dışında işçilerin bir yel değirmeni inşa edişini meraklı gözlerle izliyordu. İnşaat projesi çok heyecan vericiydi, çünkü yel değirmenleri her ne kadar yüzlerce yıl önce keşfedilmişse de, İngiltere'nin bu kırsal kesimi için hâlâ çok yeni bir buluştu.

Her okul çıkışında genç Newton nehre koşuyor ve kendine oturacak bir yer bulup yel değirmeninin her bir parçasının şeklini, yerini ve işlevini, olağanüstü ayrıntılı bir şekilde tek tek kaydediyordu. Sonra Bay Clarke'ın evindeki odasına dönüp yerlerine yerleştirilişlerini daha yeni izlediği yel değirmeni parçalarının her birinin minyatür modellerini yapıyordu.

Grantham'ın bu devasa, çok kollu acayip mekanizması şekillendikçe, aslının birebir kopyası olan Newton'un harika modeli de beliriyordu. Bundan sonra meraklı genç Newton'un yapacağı tek şey değirmenci rolünü oynayacak birini ya da bir şeyi bulmaktı.

Bir gece aklına parlak bir fikir geldi: Evde beslediği faresi bu rol için çok uygun olacaktı. Peki ama fareyi bu iş için nasıl eğitebilir, ona komutlar vererek minyatür değirmen çarkını çalıştırıp durdurmasını nasıl sağlayabilirdi? Ertesi sabah okula giderken bu soru üzerine kafa yoruyordu.

Okula doğru yavaş yavaş yürürken, aklı çözümün peşinden koşturuyordu. Fakat birden karnında şiddetli bir acı hisseden Newton'un düşünceleri dağılıverdi. Uyanıkken gördüğü rüyanın etkisinden sıyrılarak kendine gelen genç Newton karşısında en büyük kâbusunu buldu: Herkesi alaya alan ve hor gören, okulun kabadayılarından Arthur Storer karnına bir tekme atmıştı.

Bay Clarke'ın üvey evlatlarından biri olan Storer, aykırı davranışları ve kızkardeşi Katherine ile olan arkadaşlığı yüzünden Newton'a acımasızca sataşmaktan zevk alıyordu. Genellikle insanlarla değil kendi düşünceleriyle birlikte olmayı yeğleyen Newton sessiz ve içe dönük bir gençti. Ancak ne zaman insanların arasına çıksa etrafına kızlar toplanıyordu; kızlar, Newton'un el yapımı minyatür testeresi, baltası ve çekiçlerini kullanarak kendileri için yaptığı küçük ev eşyasından ve diğer oyuncaklardan çok hoşlanıyorlardı.

Storer, Newton'a hep "hanım evladı" diyerek sataşırdı, ancak o sabah "aptal" demişti. Ne yazık ki Newton, gerçekten de Grantham Kral IV. Edward Lisesi'nde sıralamada Storer'in çok altında yer alan öğrencilerden biriydi. Ancak bu iriyarı kabadayının kendisini daha akıllı görmesi, kendi halinde bir genç olan Newton'un düşüncelerini yel değirmenlerinden intikama kaydırmaya yetmişti.

Sınıfın arkalarında oturan Newton, çoğu zaman öğretmeni Bay Stokes'un söylediklerine pek kulak asmazdı. Ancak bu

kez öğretmenini ilgiyle dinliyordu. Stokes Evren'in, her biri farklı bir dizi bilimsel yasaya uyan iki âlemden oluştuğunu söylüyordu. Mükemmellikten uzak dünyevi âlemin kuralları başka; mükemmel olan göksel âlemin kuralları başkaydı. Bay Stokes, her iki âlemin uzun zaman önce Yunanlı filozof Aristoteles tarafından başarıyla incelenip kurallarının keşfedildiğini de eklemişti.

Genç Newton'un Storer gibi mükemmellikten nasibini almamış bir dünyalıdan çektikleri Bay Stokes'un derste söylediklerini yeterince doğruluyordu. Newton, hem Storer'dan hem de sınıf arkadaşlarından, kendisini sevmedikleri için nefret ediyordu. Hepsinden önemlisi annesi tarafından bile terk edilecek kadar sevimsiz olduğu için kendisinden de nefret ediyordu.

Dindar biri olan genç Newton, tek arkadaşının Tanrı olduğunu ve sadece ona ihtiyaç duyduğunu düşünüyordu. Storer'dan çok daha ufak tefekti, ancak Tanrı'nın da yardımıyla bu saldırgan caniyi kesinlikle alt edebilirdi.

O gün Bay Stokes sınıftan ayrıldıktan hemen sonra kendini dışarı atan Newton, yakındaki kilisenin avlusunda Storer'ı beklemeye başladı. Birkaç dakika içinde gürültücü ve kalabalık bir öğrenci grubu toplanmıştı. Bay Stokes'un oğlu kendisini hakem ilan edip, bir yandan cesaretlendirmek istermişcesine Newton'un sırtını sıvazlarken, bir yandan da Storer'a, bunun aslanlara yem olan Daniel'i seyretmek kadar eğlenceli olacağını ima edercesine göz kırpıyordu.

Başlangıçta, kimse Newton'u alkışlamıyordu. Tam tersine, Storer'ın attığı her yumrukta kalabalık öğrenci grubu sevinç çığlıklarına boğulup bir dahaki sefere daha sert vurması için onu teşvik ediyordu. Newton yenilip dize gelmiş gibi göründüğünde doğrulup gevşeyen Storer yüzünde gurur dolu bir gülümsemeyle genç akranlarına baktı.

Storer arkasını dönüp giderken Newton güçlükle doğruldu; Storer'a hayatının geri kalan kısmında kendisine üstünlük taslama hakkını vermeyecekti. Kalabalığın bağırışları üzerine ge-

riye doğru dönen Storer karnına bir tekme ve ardından da burnuna bir yumruk yedi; kan dökmek Newton'u yeniden canlandırmıştı.

Bunu izleyen birkaç dakika boyunca tekrar yumruklaşan iki gençten kâh biri kâh öteki yere yıkılıyordu. Her seferinde galip çıktığı düşüncesiyle sendeleyerek uzaklaşan Storer karşısında yeniden Newton'u buluyordu.

Her şey sona erdiğinde kalabalık büyük bir sessizlik ve şaşkınlık içindeydi. Genç hakem, her tarafı kan içinde kalan ve bitkin düşen Newton'u kutlamak üzere harekete geçtiğinde, şaşkınlıktan donakalmış öğrenciler de sessizliklerini bozup Newton'u alkışlamaya başlamıştı. Yıkılan Golyat'ın etrafında dans eden öğrenciler bir yandan da "Daniel, Davut oldu" diye coşkuyla bağırıyorlardı.

Newton yaptığından fazlasıyla tatmin olmuştu olmasına ama okul arkadaşları böyle düşünmüyorlardı. Tam oradan ayrılacakken, genç Stokes omzunu tuttu ve Storer'ı iyice küçük düşürmesi için cesaretlendirdi. Newton tereddüt etti, ancak okul arkadaşlarının beğenisini kazanmak arzusuyla, sersemlemiş haldeki kabadayıyı kulaklarından tutup çekti ve yüzünü kilisenin duvarına çarptı. Kavganın galibi olan afallamış durumdaki Newton'un etrafında toplanan genç ve kalabalık izleyici grubu, Newton'un sırtını sıvazlarken bir yandan da sevinç çığlıkları atmayı sürdürerek eve kadar olan yolculuğunda onu yalnız bırakmadı.

Storer'ı alt ettikten sonra Newton dikkatini yeniden evde beslediği faresini nasıl eğitebileceği problemine yöneltti. Ama ne yazık ki Newton için bu, zalim arkadaşını kışkırtan davranışlarına geri dönüş anlamına geliyordu.

Birkaç hafta içinde, her tarafı hâlâ yara bere içinde olan Storer eski alaycı konuşmalarına başlama cesaretini yeniden toplamıştı. Daha da kötüsü, yaptığı suçlamalar insanı çileden çıkarıyordu: Profesyonel boksörlere taş çıkartan zaferine rağmen, Newton sınıfın aptalı olarak kalmaktan kurtulamamıştı.

Bütün yaşamı boyunca, Tanrı'nın yardımıyla genç Newton, Storer gibi kaba ve beceriksiz insanların yarattığı sorunlara göğüs gerebilmişti. Ama arkadaşları tarafından kabul edilmenin ve sevilmenin verdiği zevki tadan Newton, artık Storer'ın küstahlıklarını katlanılmaz buluyordu. Bu sefer, kilise avlusunda başlattığı işi gerçekten bitirebilirdi.

Sonraki aylarda, Newton dersleri daha önce hiç olmadığı kadar dikkatle izlemeye ve evde de ders çalışmaya başladı. Ev ödevlerini zamanında teslim ediyor ve öğretmeni Stokes'un sınıftaki sorularının tümünü yanıtlıyordu.

Genç Newton mucizevi bir biçimde, sınıfta bir numara olmaya doğru adım adım yaklaşıyordu. Şimdi artık içinden gülümsüyor ve kendisini incitenlere veya kendisinden daha iyi ya da daha akıllı olduğunu öne sürenlere aldırmıyordu.

Sonraki yıllarda Newton'un ilgi alanı yel değirmenlerinden bir bütün olarak Evren'e doğru genişleyecekti. Ancak kendisiyle ilgili bir şey asla değişmeyecekti: Başka rakiplerle -ya da rakip olarak gördüğü kimselerle- karşılaşacak ve her seferinde, esiri olduğu intikam ve kabul görme arzusu onu doğayı eşi görülmemiş bir biçimde kavrayıp anlamaya yöneltecekti.

En önemlisi de, ayaklarımızı daima yerde tutan bir kuvvet olan yerçekimine yönelik olağanüstü kavrayışı olacaktı. Newton'un bununla ilgili harika açıklaması ayaklarımızı *yerden kesecek* ve sonuçta Tanrı ile ilgili önemli saydığımız kavramlar tıpkı kabadayı Storer gibi yıkılacaktı.

Veni

Hanna Ayscough Newton meraktan çıldıracak gibiydi. Kocası Isaac, bozguncu çeteler ve öfkeli, iktidara susamış Parlamento tarafından Londra dışına sürülen Kral I. Charles'ın yardımına koşmak için aniden evden ayrılmıştı. Newtonların yaşadığı Woolsthorpe kentinden yalnızca kırk sekiz kilometre uzakta bulunan Nottingham'a sığınan kral buradan savaş ilan etmişti.

İngiltere pek çok düşman görmüş geçirmiş, ancak böylesini daha önce hiç yaşamamıştı. Aile bireylerini birbirine düşüren bir iç savaş ilanıydı söz konusu olan. Görünüşte anlaşmazlık İngiltere'yi kimin -kralın mı yoksa Parlamento'nun mu- yöneteceğiyle ilgiliydi. Öte yandan, aslında bu, yer ile gök arasında bir kapışmaydı.

Yüzyıllardan beri dünya üzerindeki hükümdarlar ülkelerindeki en üst düzey dini otoriteler tarafından kutsanmışlardır; İngiltere'de bunu Canterbury Başpiskoposu yapıyordu. Bu sadece bir tören değildi; kral ve kraliçelerin göreve bizzat Tanrı tarafından getirildiğinin onaylanmasıydı.

Bu nedenle, bilimde olduğu gibi politikada da, 17. yüzyıl dünyasının büyük bir bölümü birbirinden apayrı iki âlemden oluşuyordu. *Dünyevi* âlemde sadece ölümlüler vardı, ancak kral ve kraliçeler bunların üzerindeydi; onlar, bir tür yüce, *göksel* bir âlemde yaşar, kulları ve parlamentoları için koydukları kurallar kendileri için geçerli olmazdı.

Zamanla, gökten atanmış olan bu yöneticiler, yerden atanmış parlamentolarıyla günlük siyasi iktidarın ayrıntıları konusunda çekişmeye girdi. Charles'ın durumu da bundan farklı olmamıştı. Ancak bu defa, 1642 sonbaharında, ilk kez iki âlem kimin üstün olduğu konusunda savaşa girmişti.

Parlamento, Charles'ı yasalara aykırı vergi toplamakla ve İngiliz Protestanlarını topluca Amerika'daki medeniyetten uzak kolonilere kaçırtacak kadar dini hoşgörüsüzlük göstermekle suçlayarak, kilise ile devlet üzerindeki hâkimiyetinden vazgeçmesini istiyordu. İsyancı Parlamenterler, "Kralın partisi ile aramızdaki sorun, ülkeyi kralın bir Tanrı gibi istediği şekilde mi yöneteceği yoksa insanların kendi çıkardıkları yasalarla mı yönetileceği tartışmasından çıkmaktadır." açıklamasını yapmışlardır.

Asilerin bu ayaklanması karşısında kral, kalesinden kaçmış, Nottingham'da kendisine sadık kalanlardan bir ordu kurarak Londra'ya doğru yürüyüşe geçmişti. Ordusunun donanımı ve

hazırlığı çok iyi olmasına karşın, Parlamento kuvvetlerine karşı ilk büyük savaşı iki taraf da kazanamadı ve geride 5.000 ölü kaldı.

Ölenlerin arasında, babası kralın tartışmalı ancak yine de büyük ölçüde barış içinde geçen hükümdarlığı sırasında zenginleşen ve sarayın hizmetinde çiftçi olarak çalışan otuz altı yaşındaki Isaac Newton da vardı. Daha bir yıl önce babasının oldukça büyük malikânesine -Woolsthorpe'taki en büyük malikâneye- yerleşmiş ve ilkbaharda evlendiği Hanna ilk çocuklarına hamile kalmıştı.

Hanna acı haberi öğrendiğinde altı aylık hamileydi. Kralın, Parlamento ile olan savaşının önemini anlayıp saygı duymakla birlikte, kocasının kendi hayatını feda edip çocuğunu öksüz bırakmasına hem kızıyor hem de çok üzülüyordu.

Hanna'yı teselli eden tek şey, babası öldükten sonra doğan çocuğun insanlara şifa veren güçlere ve iyi bir talihe sahip olacağına dair kasabalılar arasındaki yaygın inanıştı. 25 Aralık'ta doğum yaptığında sevinci daha da artmıştı. Kasabalılar, babası öldükten sonra Noel Günü doğan bir çocuğun kesinlikle çok, ama çok özel biri olacağını ileri sürüyordu.

Ancak, Isaac adını verdiği bebeğini gördükten hemen sonra Hanna, kasabalıların mutluluk verici kehanetlerinin gerçekleşmeyeceğinden endişe etmeye başladı. Bebek normalden haftalar önce doğmuştu; küçük bir kavanozdan daha büyük değildi ve fazla yaşamayacağına dair her türlü belirti vardı.

Bu pek de iç açıcı olmayan durumla ilgili haberler yayıldıkça, Woolsthorpe'ta yaşayanlar fısıltıyla iyi bir kehanetin kötüye dönüştüğünden söz etmeye başladı. Yeni doğan bebek için bir şeyler almaya gönderilen iki kadın aslında hiç de acele etmiyor ve yol boyunca oyalanıp duruyordu. Talihsiz çocuğun kendileri dönmeden önce ölmüş olacağından fazlasıyla emindiler.

Ama yanılmışlardı. Günler geçtikçe, yaşama daha sıkı bağlanan bebek Isaac öylesine olağanüstü bir kararlılık ve irade gücü gösterdi ki, kasabalıları ilk kehanetleri konusunda her şeye

rağmen haklı çıkardı: Ölmüş bir adamın oğlu olan ve İsa'nın doğduğu günde dünyaya gelen bu çocuğun, sıradan bir insan olmadığını söylüyorlardı.

Yaşamının ilk birkaç yılı boyunca genç Isaac Newton o kadar güçsüzdü ki, başını dik tutabilmek için bir boyunluk takmak zorundaydı. Yine de, hayati tehlike geride kalmıştı ve Woolsthorpe'taki herkes Newton ile annesinin artık bir ölçüde mutlu ve rahat bir yaşama kavuşacaklarını düşünüyordu.

Ama bir kez daha yanılmışlardı. Newton daha iki yaşındayken annesi, bir buçuk kilometre uzaktaki North Witham'da yaşayan zengin bir dul olan altmış üç yaşındaki Papaz Barnabas Smith'den bir evlenme teklifi aldı. Erkek kardeşi Papaz William Ayscough'a danıştıktan sonra Hanna evlenme teklifini kabul etmeye karar verdi ve ardından da oğlunu annesine bırakıp North Witham'a gitti.

Bu kadar küçük bir yaşta terk edilmiş olmak normal koşullarda bile çok sarsıcı olsa gerekti. İngiltere'deki iç savaşın ülkenin her tarafını kırıp geçirdiği 1645 yılında kim bilir ne kadar zordu. Başlangıçta kralın koruması altında olan Woolsthorpe, Parlamento kuvvetlerinin eline geçmişti. Hemen her gün bölgedeki kıran kırana, korkunç çatışmalardan silah sesleri duyuluyor ve saldıran taraflar yiyecek ve konaklama imkânları aramak için bölgeye sızıyordu. Bütün bu kargaşa, narin bir yapıya sahip küçük Newton'u çok korkutuyor, daha da kötüsü, annesine seslendiğinde onu yanında bulamıyordu.

Anneannesi Newton'u sakinleştirmek için elinden geleni yapıyordu, ancak kadıncağızın kendisi de olup bitenler karşısında büyük bir korkuya kapılmıştı. Woolsthorpe'da eli silah tutan hemen herkes ya ölmüş ya da savaşa gitmişti; kadın ve çocukları savaşan orduların canice hareketlerinden korumak için ise geride sadece rahipler kalmıştı.

1649'da okula başlamasıyla genç Newton'un korkuları daha da artmıştı. Doğuştan narin bir yapıya sahip olan Newton, diğer çocukların sertlik gerektiren oyunlarına katılmaktan korku-

yordu (zaten davet de edilmiyordu). Dahası öksüz bir çocuk olduğundan, pek çoğu anne ve baba sevgisiyle şenlenen evlerde yaşayan diğer çocuklar karşısında kendini küçük görüyordu.

Aynı yıl, Püritenlerin hâkim olduğu Oliver Cromwell önderliğindeki Parlamento'nun kralın ordularını yendiği haberi kasabaya ulaştığında, Newton daha da büyük bir çöküntü yaşamıştı; Kral Charles'ın da kellesi gitmişti. Yıllar geçtikçe, genç Newton'da eski mutlak hükümdara karşı bir sevgi ve bağlılık duygusu oluşmuştu. Bir gün, babasının yerine koyduğu kralın, atıyla dört nala gelip kendisini ve kasabasını Parlamento yanlılarından kurtaracağını umuyordu.

İşte bu tehlike dolu yıllarda genç Newton, üç kilometre uzakta yaşayan dayısının dostluğuna değer vermeye başladı. O zamanki tüm Anglikanlar gibi Papaz Ayscough da, Püritenlerin kontrolündeki Parlamento ile İngiltere'de "İnancın Koruyucusu" olan kralı karşılaştırarak iç savaşa dini açıdan bakıyordu.

Her iki taraf da kuşkusuz kendini adamış Hıristiyanlardan oluşmuştu, fakat kurumsallaşmış dinin nasıl idare edileceği konusunda ayrılığa düşmüşlerdi. Anglikanlar, Papa'nın İngiltere'deki dengi olan Canterbury Başpiskoposu'nun önderliğindeki bir papazlar hiyerarşisiyle yönetiliyordu. Püritenler ise daha az hiyerarşik ve daha demokratik bir şekilde örgütlenmişti. Aslında, aralarında belirgin bir fark olmamakla birlikte, karşılıklı hoşgörüsüzlükleri birbirlerinin kanını dökmelerine neden oluyordu.

Newton, bu konuların hiçbirini anlamayacak kadar küçük olsa da, kütüphanede huzur içinde çalışan dayısını izledikçe ve onun papazlık bölgesinde yaşayan insanlarla yaptığı nazik konuşmaları dinledikçe, din ve bilimle iç içe bir yaşam tarzının emniyetli ve güvenli olacağına şartlanmıştı.

Dolayısıyla genç Newton, etrafını çevreleyen bu karmaşadan uzaklaşarak kendi düşünceleri üzerinde yoğunlaşma alışkanlığını kısa süre içinde kazandı. İçinde *kaybolmayacak* kadar uzun bir süre sessizce oturup doğayı gözlemleyebileceği gözden uzak yerler arıyordu.

Genç adam tüm dikkatini çevresindeki küçük ayrıntılara yönelterek derin düşüncelere daldığında, kendi acınacak halinden kurtulup doğa ile ilgili ilginç şeyleri keşfedebildiğini gördü. Örneğin, gökkuşaklarının daima aynı renklerden oluştuğunu, gece gökyüzünde Venüs'ün her zaman Jüpiter'den daha hızlı hareket ettiğini ve halka oluşturup dönerek oynayan çocukların, sanki görünmez bir kuvvetle hafifçe itilmiş gibi bir parça geriye doğru eğildiklerini fark etti.

Kendisini tümüyle içine alan bu dalıp gitmeler sırasında, her köşesi dayısının evi kadar rahat bir sığınak bulmuştu kendisine. Hepsinden önemlisi, hayatında ilk kez gerçek mutluluğu keşfetmişti.

1649'da, Newton'un yakaladığı bu büyük mutluluk, annesinin ve birkaç küçük yabancının geri dönüşüyle bozuldu. Papaz Barnabas ölmüş ve geride, bir tanesi bir yaşının altında, üç çocuk bırakmıştı. Annesinin dönmüş olmasına rağmen hâlâ öfkeli ve kırgın olan genç Newton onun sevgi ve ilgisinden yine mahrum kalacaktı.

Eve gelişinin ilk birkaç haftası boyunca Bayan Newton-Smith öfkeli oğluna, yaşlı papazla sadece uzun vadede mali güvenliklerini sağlamak amacıyla evlendiğini açıklamaya çalıştı. North Witham bölgesi papazı, Newtonların malikânesinin yenilenmesi ve genişletilmesinin masraflarını karşılamış ve genç Newton'a miras olarak büyük bir arazi de bırakmıştı.

Ancak yine de annesinin söylediği hiçbir şey, terk edilmiş olmanın acısını hafifletememişti. Newton, annesinden nefret etmiş ve çoğu kez de onu ve ikinci kocasını, birlikte uyurlarken yakmayı hayal etmişti.

Bu nedenle, sonraki birkaç yıl içinde kralla Parlamento arasındaki iç savaş sona erdiği halde, ana ile oğlu arasındaki savaş bütün şiddetiyle sürüyordu. Sonunda bu savaşı zorunlu bir ayrılık durdurabildi; ancak bu kez terk eden annesi değil, genç Newton'du.

On iki yaşındaki Newton'un, 10 kilometre uzaklıktaki Grantham kentinde bulunan okula gitmesinin zamanı gelmişti.

Bu kadar uzağa yürünemeyeceğinden annesi, Newtonların uzun süreden beri dostu olan Clarke ailesinin yanında oğlunun pansiyoner olarak kalması için her şeyi ayarlamıştı.

Çok az bir arada olduğu bir anne ve tanımaya can atmadığı üç üvey kardeşle yaşadıktan sonra genç Newton, hiç tanımadığı insanlarla birlikte yaşama düşüncesinden pek de rahatsızlık duymadı; en azından yanında kalacağı ailenin dürüst ve iyi bir aile olduğunu düşünüyordu. Bay Clarke kendi eczanesini işletiyordu. Bayan Storer-Clarke'ın ise önceki evliliğinden dört çocuğu vardı; bunlar arasında kavgacı bir çocuk olan Arthur ve onun görür görmez Newton'dan hoşlanan çekici kızkardeşi Katherine de vardı.

Clarkelar sık sık okumuş ve bilgili konukları evlerinde ağırlıyor ve dolayısıyla Newton'un beyni de düşünce açısından yeterince iyi besleniyordu. Hepsinden önemlisi, Bay Clarke'ın çatı katındaki geniş kitap koleksiyonuydu. Newton için burası harika bir kaçış yeri, ideal bir sığınaktı. Geniş bir entelektüel yelpazede çok çeşitli konulara yöneldikçe, Newton'un hevesi daha da kamçılandı.

Kitaplar ve akşam yemeğine gelen konuklar, bu yalnız gencin kendisiyle benzer düşüncelere sahip kişilerden oluşan bir dünya ile tanışmasını sağlamıştı. Bu dünyanın kahramanları, gökkuşağının tekrarlanan renklerine ilişkin bir teori öne süren Fransız René Descartes; bir gezegenin Güneş'ten ne kadar uzak olursa o kadar yavaş hareket ettiğini bulan Alman Johannes Kepler; ve Newton'un birkaç yıl önce fark ettiği halka olup dönme oyunundaki olguya *merkezkaç kuvvet* adını veren Hollandalı Christiaan Huygens'di.

Newton birdenbire kendini normal hissetmenin nasıl bir şey olduğunu anladı. Bütün yaşamı boyunca kendini hep davetsiz bir misafir gibi hissetmişti, sanki bu dünyada ona ayrılmış bir yer yoktu. Ama artık doğa felsefesi ile ilgili çalışmalarında kendine güvenli bir ev, kendisi gibi insanlardan oluşan bir dünya bulmuştu. Belki de bu dünyada kabul görecek, takdir edilecek ve hatta sevilebilecekti.

Bu süre içinde Newton kendini yeni benimsediği entelektüel ailesine o kadar vermişti ki, okuldaki derslerinde epeyce geri kalmıştı. Dahası, Bay Clarke'ın alımlı ve kibar üvey kızı Katherine'e de âşık olmuştu. Ancak, onun için yaptığı oyuncak mobilyaları vermek dışında duygularını Katherine'e açıklayamayacak kadar utangaçtı.

Aslında, kızın kabadayı erkek kardeşinden karnına yediği tekme Newton'u düşünden uyandırmış ve onu sınıf birinciliğine doğru tırmanmaya yöneltmişti. Ne var ki, tam bu hedefine ulaşmışken araya yine annesi girmişti; bu sefer Newton'a malikâneye dönmesini emretmişti.

Papaz Smith'ten Newtonlara miras kalan mal ve sorumluluklar, Newton'un annesinin tek başına altından kalkamayacağı bir noktaya ulaşmıştı. Dahası, oğlunun gerekli eğitimden fazlasını almış olduğu düşüncesindeydi; sonuçta, ne babası ne de tarihteki diğer Newtonlardan herhangi biri kendi adını yazabilecek kadar bile eğitim görmemişti.

Newton Woolsthorpe'a geri dönmüş, ama bunu öğretmeni ve dayısının itirazlarına rağmen yapmıştı. Öğretmeni Stokes ve dayısı Papaz Ayscough, Newton'un sadece okulun en iyi öğrencisi olmadığını, aynı zamanda bu üstünlüğünü çok çarpıcı bir şekilde kazanmış olması dolayısıyla, ülkenin bu kırsal kesiminin yetiştirdiği belki de ilk gerçek deha olduğunu da söylüyorlardı.

Genç Newton artık annesinden her zamankinden daha çok nefret etmeye başlamıştı; annesinin sözlerini açıkça dinlemiyor ve sürekli olarak surat asıyordu. Protestosunun bir simgesi olarak, on yedi yaşındaki Newton küçük bir defter satın almıştı: Bedeni Woolsthorpe'da olabilirdi, oysa aklı bütün öğrencilerinden varsayım ve gözlemlerini dikkatlice kaydetmelerini talep eden doğa felsefesinde olacaktı.

Newton'un çiftlik yönetimi konusundaki bariz yeteneksizliği annesi için bir şanssızlık, bilim için ise bir şanstı. Örneğin bir gün, kendi yaptığı küçük su değirmenine o kadar dalmıştı ki,

bir grup domuzun derenin sığ bir yerinden karşıya geçip komşunun ekinlerini yediğini fark etmemişti bile.

Annesi, domuzlarının başkasının arazisine girip zarar vermesi ve topraklarını ayıran çitlerin tamir edilemez durumda olması nedeniyle para cezasına çarptırılmıştı. Bu, Bayan Newton-Smith'in oğlunun aklının başka yerde olması yüzünden para cezası ödemek zorunda kaldığı ilk olay değildi, ama kesinlikle sonuncusu olacaktı: Newton bu olayın ardından annesi tarafından derhal Grantham'a geri gönderildi.

Clarkeların evine döner dönmez sadece ders ve çalışmalarını değil, sevgili Katherine'i de çok özlemiş olduğunu fark etti. Katherine de Newton'a karşı benzer duygular beslediğine ilişkin pek çok işaret veriyordu -bazen yumuşak bir dokunuş, bazen sevecen bir bakış- ancak bunların hiçbiri bir işe yaramıyordu. Reddedilmekten ölesiye korkan Newton romantik duygularını ona itiraf etmekten ısrarla kaçıyordu.

Okul konusunda ise genç Newton çok daha atılgandı; okulu 9 ay gibi çok kısa bir sürede bitirmişti. 1661 yazında, okuldaki son gününde, öğretmeni Bay Stokes ondan tahtaya gelmesini istedi. Tahtaya doğru yöneldiğinde, o ve sınıf arkadaşları öğretmenin Newton'u azarlayacağını düşünüyordu. Kaçamak bakışlar, fısıltılar ve kıpırtılar sınıfı kaplamıştı. Peki ama niye? Şimdi ne olmuştu? Newton merak içindeydi.

Yüzü sınıfa dönük bir halde kendini en kötüye hazırlayan Newton'un endişeleri kısa sürede kayboldu. Bay Stokes, öksüz bir çocuk olmasına, kötü muamele görmesine ve bir türlü rahat bırakılmamasına karşın Lincolnshire'ın gururu ve mutluluğu haline gelen genç Newton'u övmeye başlayıp örnek öğrenci olarak göstererek, herkesin onun gibi olması gerektiğini söyledi. Mesleğine kendini adamış olan Bay Stokes ağlayarak öylesine etkileyici bir konuşma yapmıştı ki, sıralarında oturan öğrencilerin bile gözleri dolu dolu olmuştu.

Kendi başarılarının övgüye değer sonuçlarının yanı sıra Papaz Ayscough ile Bay Stokes'un tavsiyelerinin de etkisiyle genç

Newton, papazın eğitim gördüğü Trinity College'a hiç tereddütsüz kabul edilmişti. Annesine yazdığı bir mektupta da belirttiği gibi bu okul, Kral VIII. Henry tarafından 1546 yılında kurulan, Cambridge Üniversitesi yerleşkesindeki "en ünlü okul"du.

Tarafsız bir gözle bakıldığında, kötü görünümlü, kasvetli bir kasabadan gelen bu genç adam için 17. yüzyıldaki Cambridge gördüğü en görkemli yerdi. Rastlantı eseri, Cambridge de on yılı aşkın bir süre içindeki en parıltılı günlerini yaşıyordu.

11 yıl önce iç savaş Parlamento lehine sonuçlandığında fazlasıyla kuralcı galipler, İngiltere'de beklenmedik derecede sıkı kanunlar koymuştu. Zina büyük bir suç sayılmış ve at yarışı, tiyatro ve bahar direği etrafında dans etmek de dahil hemen her tür eğlence yasadışı ilan edilmişti. Noel kutlaması bile Püriten yöneticiler tarafından yasadışı kabul edilmiş ve bu durum dehşete düşen bir Anglikan'ın "İngiltere'de Noel gününde kiliselerin kapandığını ve dükkânların açıldığını görmeyi kim aklından geçirebilirdi ki" şeklinde söylenmesine neden olmuştu.

1660 yılına gelindiğinde, göksel âlemin aşırı katı kurallarına uygun bir yaşam sürmeye zorlanan İngilizler, hayattan zevk almalarını engelleyen bu çetin koşullara daha fazla dayanamamışlardı. Mükemmel olmayan keyif verici dünyevi âlemin bir parça daha rahat olan kurallarını özlemişlerdi. Bu nedenle, kutsal İngiltere tacını boynu vurdurulan kralın en büyük oğlu olan II. Charles'a geri vermişlerdi. 1661'de Newton'un Cambridge'e gelişi, ülkenin daha laik bir yaşam tarzına dönüşüne ilişkin kutlamaların tam ortasına denk gelmişti. Her yerde geçit törenleri, müzik ve gürültülü panayırlar vardı.

İngiltere rahatlarken, genç Newton kemerlerini sıkmak zorundaydı. Bayan Newton-Smith oğlunun okul masraflarını ödeyecek kadar zengindi, ancak onu desteğinden mahrum etmeye karar verince Newton da, okula yardıma muhtaç öğrenci sıfatıyla kaydolmak zorunda kalmıştı.

Bu durumdaki öğrenciler eğitim masraflarını karşılamak için, boş zamanlarında masrafları aileleri tarafından karşılanan diğer

öğrencilerin hizmetinde çalışıyordu. Bu yüzden Newton, bir kez daha kendilerini ondan üstün gören akranlarının zulmüne maruz kalmıştı. Ayrıca Newton kendisini ruhunun en derinlerinde aşağılanmış, sevilmeyen biri olarak hissetmemiş olsaydı, bu aşağılanmaya katlanmak belki daha kolay olabilirdi.

Genç adam içgüdüsel olarak eski alışkanlıklarına geri döndü. Dersleri, kilise veya diğer öğrencilere verdiği hizmetler (lazımlıkların boşaltılması, efendinin saçlarının taranması ve ateş için odun taşınması gibi işler) dışında kalan zamanında, Woolsthorpe'lu özgüvenden yoksun dahi kendisini doğanın ayrıntılarına kaptırıyordu.

Bir akşam efendisinin Trinity'nin mutfağındaki işlerini hallettikten sonra, bir yılanbalığının kalbini üç parçaya ayırdı. Saatlerce, birbirinden ayrılmış bu parçalara bakıp notlar tutan genç adam, birbiriyle bağlantısı olmayan bu üç parçanın eşzamanlı olarak atmaya devam etmesi karşısında şaşkına dönmüştü.

Newton kendi gözleri üzerinde tehlikeli, düşüncesizce bir deneye bile girişmişti. İnsanların ışığı ve renkleri nasıl algıladığını anlamak umuduyla yassı bir sopayı "gözü ile gözyuvası kemiğinin arasına ve gözünün olabildiğince arka tarafına gelecek biçimde" bastırmıştı. Bu, gözünü kör edecek kadar tehlikeli bir deneydi. Deneyle ilgili olarak, "Çubuğun ucuyla gözüme baskı uyguladığımda birkaç beyaz, siyah ve renkli halka belirdi. Gözümü çubuğun ucuyla ovmaya devam ederek hangi halkaların daha net olduğunu gözledim." notlarını düşmüştü.

Trinity'de geçen yıllar içinde, nereye giderse gitsin yanından hiç ayırmadığı küçük defterleri, şaşırtıcı bir yoğunlaşma ile çok çeşitli konulara yönelik merakının ürünü olan gözlem ve araştırmalarla dolmuştu. "Işık ve Renk Hakkında", "Yerçekimi Hakkında", "Tanrı Hakkında" gibi konu başlıkları, yalnızca bu genç adamın o sıralarda yaptığı araştırmaları gösteren birer başlık değildi, aynı zamanda eşine ender rastlanan bir zihnin doymak bilmez açlığına ilişkin ipuçlarıydı.

Newton'un beyni gelişip, iyi beslenip, enerjiyle dolarken bedeni geride kalmaya başlamıştı; 1664'te yorgunluktan tümüyle bitip tükenmişti. Dur durak bilmeyen araştırmaları onu üniversite yıllarının büyük bölümünde uykusuz bırakmış ve Newton'u yorgunluktan tükenmiş bir şekilde yatağa düşürmüştü.

Aylarca süren bu bitkinliğe rağmen, kendini toplamayı başaran genç adam bitirme sınavlarına girmişti. Çok başarılı olduğu söylenemese de, lisans diplomasını almasını bilmişti. Dahası, hatırı sayılır profesörlerin bu içe dönük ve orta halli öğrencide büyük yetenekler olduğunu fark etmesi sayesinde Newton'a yüksek lisans için burs imkânı verilecekti.

Korkunç veba salgınının Londra'yı kasıp kavurduğuna ilişkin haber Cambridge'e ulaştığında, Newton yeni ders dönemine güçlükle başlayabilmişti. Son yirmi yıl içinde Londra'nın nüfusu ikiye katlanmış ve bu da ilkel sağlık koşulları yüzünden ciddi sorunlara neden olmuştu. Haftada 13.000 insanın öldüğüne dair haberler geliyordu.

Cambridge'in altmış dört kilometre kadar uzakta olmasına rağmen yetkililer, tarihin tekrarlanmasını önlemek üzere üniversiteyi kapatma kararı aldılar. Daha önce, 14. yüzyılda, Kara Ölüm diye adlandırılan veba, ölüm kusan bir rüzgâr misali tüm Avrupa'ya yayılmış ve Cambridge'i bir hayalet kente dönüştürmüştü.

Öğrencilere üniversiteyi terk etmeleri doğrultusunda resmi emir verilmeden önce, genç Newton Woolsthorpe'a dönmüştü bile: Bu ürkütücü felaketin kurbanı olmak tehlikesini düşündüğünde annesinin yanında kalmayı tercih etmişti. Ayrıca Trinity'de geçen dört yıl boyunca öğrendikleri üzerine kafa yormanın zamanının geldiğini de hissediyordu.

1665 yazında, isteri ve ölüm İngiltere'nin dar sokaklarında kol gezerken, yirmi iki yaşındaki Newton günlerini bahçede dolaşarak, ileride bir gün *calculus* (sonsuz küçükler hesabı) olarak adlandırılacak yeni bir matematik dalının ayrıntılarıyla uğraşarak geçiriyordu. Her şeyden önemlisi yalnızlığın tadını çıkarı-

yordu. Annesi çiftçi olması için başının etini yemekten çoktandır vazgeçmişti.

Havanın fazlasıyla iç okşayıcı olduğu ve düşüncelerine iyice dalıp gittiği bir gün saatin geç olduğunu fark etmemişti. Etrafındaki bahçe, sadece bir yaz güneşinin sağlayabileceği yumuşak altın sarısı bir ışıkla dolup yavaş yavaş kızıllaşmaya başlamıştı.

Ansızın yakındaki bir ağaçtan düşen bir elmanın sesi genç adamı daldığı derin düşüncelerden kopardı. Aklına bir dizi düşüncenin aniden düştüğü birkaç dakikalık bir süre içinde kocaman bir dolunayın üst kısmı doğu ufkunda kendini göstermişti.

Bir anda genç Newton'un doyumsuz merakı elmayı ve Ay'ı kemirmeye başlamıştı. Neden elmalar yeryüzüne başka bir şekilde değil de dik olarak düşüyordu? Elma çok daha yukarıdan, bir kilometre, yüz kilometre veya Ay kadar yüksek bir mesafeden düşmeye başlasaydı acaba ne olurdu? Yine Dünya'ya düşer miydi?

Bu durumda, acaba Ay'ın kendisi de Dünya'nın çekimini hissetmiyor muydu? Eğer hissediyorsa bu, Ay'ın gezegenimizden tamamen ayrı, göksel âlemin içinde olduğu şeklindeki yaygın inancın tersine, Dünya'nın etki alanında olduğu anlamına gelmeyecek miydi?

Kabul gören inançlara aykırı olan bu düşünceler Newton'un aklını gecenin geç saatlerine kadar meşgul etmeye devam etti. Ay, Dünya'nın çekimini hissedebiliyorsa, o zaman niçin bir elma gibi yere düşmüyordu? Bunun nedeni hiç kuşkusuz, Huygens'in Ay'ı Dünya'dan uzağa iten merkezkaç kuvveti olmalıydı; bu merkezkaç kuvvetiyle Dünya'nın çekim kuvveti birbirini dengeliyorsa, işte o zaman bu, Ay'ın çember biçimindeki yörüngesinde sonsuza dek kalmasını açıklayabilirdi.

Ay'ın parlak ışığı altında oturan Newton derin düşüncelere dalmıştı. Dahası, cırcırböcekleri öterken ve yakındaki küçük bir gölden kurbağa sesleri yükselirken genç adam, kendisini günün birinde, olağanüstü evrensel kütleçekimi yasasının denkle-

mine götürecek olan bazı düşünce ve hesaplamalarını karalamakla meşguldü.

O gece neler olduğunu Dünya aradan yirmi yıldan fazla bir zaman geçtikten sonra öğrenecekti. Newton'un sonuçlarını olgunlaştırıp yayımlaması uzun bir süre almışsa da, o gün geldiğinde yere düşen bir milyon elmanın gürleyen sesiyle gök yere düşecekti.

Vidi

23 yüzyıl önce Platon, Olympos Dağı'nın tepesinde yaşayan geleneksel Tanrılara karşı tarihi bir isyana önderlik etmişti. Aşırı derecede zararlı, ahlaksız ve ağırbaşlılıktan uzak tutumları nedeniyle bu Tanrıların artık övgüye değer olmadıklarından yakınmıştı.

Dahası, Akademi'nin bu ünlü ismi, Makedonyalı Kral II. Philippos'un liderliğinde olağanüstü genişleyen (ve kısa sürede oğlu Büyük İskender'in himayesinde daha da genişleyecek olan) Yunan İmparatorluğu için bu Tanrıların artık fazlasıyla dar kafalı, taşralı kaldığını söylemişti. Zaferler kazanmış böyle büyük bir uygarlığın aslında buna layık olan dünya çapında Tanrılara ihtiyacı vardı.

Platon, "İsteyen, Zeus ve Hera'ya ve diğer bütün geleneksel Tanrılara istediği kadar değer verebilir." demişti. Ancak, Yunanlıların gökyüzüne doğru bakıp, "görünür Tanrıların, yani gökcisimlerinin saygınlığını" fark ederek dinsel ufuklarını genişletmesinin zamanı gelmişti.

Sanki yurttaşlarından bunu istemek yetmiyormuş gibi Platon, "Tanrısal işlere karışmaktan duydukları boş korkularını bir tarafa bırakıp, gökcisimlerinin hareketleri ve dönemleri konusunda bilimsel bilgiler edinme uğraşına girmelerini" de istemişti. Platon, "Astronomiyle ilgili bu tür bilgiler olmadan bir kent gerçek bir devlet adamlığı ile asla yönetilemez ve insanlık hiçbir zaman gerçek anlamda mutlu olamaz." şeklinde ağdalı bir iddiada da bulunmuştu.

Yunanlıların tamamen yeni Tanrıları benimsemeye ikna edilmesi ve sıradan ölümlülerin Tanrısal davranışları kavrayabileceğinin öne sürülmesi, köklü bir dinsel devrim niteliğindeydi. Newton'un 17. yüzyıldaki çarpıcı buluşuna kadar fark edilemeyecek olsa da, bu aynı zamanda *bilimsel* bir devrimdi de.

Bunun farkına çok yavaş varılmıştı, çünkü gökbilimciler gece gökyüzünde gördüklerini doğru olarak yorumlamakta yavaş kalmışlardı. Güneş, Ay ve yıldızların tümünün Dünya etrafında daima kusursuz çemberler üzerinde hareket ettiğini düşünüyorlardı; bilinen tüm eğri çeşitlerinin içinde çemberler, kusursuz bir simetrileri olduğu için ve başlangıçları ve sonları olmadığı için Tanrısal kabul ediliyordu.

Gökbilimcilerin aklını karıştıran şey, geceleyin gökyüzünde sarhoşlar gibi başıboş dolaşıyor görünen ve ışığı titrek olmayan beş gökcismiydi. Platon dehşete düşmüştü: Bu düzensiz davranış hiç de Tanrısal değildi -aslında, bu Zeus'un ve Hera'nın çirkin bir entrikası da olabilirdi- ve Platon'un dini reformunun güvenilirliğini tehdit ediyordu.

Çok geçmeden Yunanlı gökbilimciler, sağı solu belli olmayan bu Tanrısal varlıkları "gezegen" (İngilizcesi *planet*, Yunancada başıboş gezen anlamına gelen *planet* sözcüğünden) olarak adlandırdılar ve görünüşte düzensiz olan acayip hareketlerine bir anlam vermeye çalıştılar. Çözüme ulaşmak yirmi yıllarını aldı, ancak çabaları boşa gitmemişti: Platon'un dinsel devrimi, çemberlerle ilgili muhakemede başvurulan cesurca bir zihin jimnastiği sayesinde kurtarılmıştı.

Diğer gökcisimleri hayali çemberler üzerinde dönerken, Platon ve meslektaşlarının açıklamalarına göre, gezegenler daha fazla hareket serbestliğine sahip olarak, dönüşlerini hayali *küre*lerin yüzeyleri üzerinde sürdürüyordu. Küreler tıpkı çemberler gibi simetrik ve sonsuz olduklarından -aslında, matematiksel açıdan küreler, üçboyutlu çemberlerden başka bir şey değildir- gezegenlerin hareketi, Ay'ın, Güneş'in ve yıldızların hareketlerinden daha az Tanrısal değildi.

Platon'un MÖ 347'de ölümünü izleyen yıllarda, Aristoteles, hocasının başlangıç aşamasındaki devrimini daha da ileri götürdü. Olağanüstü bir ayrıntı titizliği ve müthiş bir mantıkla Aristoteles, Platon'un yeni göksel Tanrılarının insanlardan ve dünyadaki diğer bütün şeylerden neden ve nasıl daha üstün olduğuna dair bir açıklama sundu.

Evren'deki tüm gökcisimleri -Ay, Güneş, gezegenler ve yıldızlar- kendisi herhangi bir şekilde hareket etmeyen Dünya'nın etrafında dönüyordu. Dahası, Aristoteles'e göre Evren iki ayrı bölgeye ayrılıyordu: Merkezde Dünya ve atmosferi vardı; bunun ötesinde -Ay'dan itibaren dışa doğru- Aristoteles'in göksel bölge olarak adlandırdığı bölge yer alıyordu.

Dünyevi âlem Aristoteles'e göre sadece dört temel niteliğe sahipti: ıslak ve kuru, sıcak ve soğuk. Bunlar dünyadaki her şeyin (ki buna çağdaşlarının fiziki gerçekliğin esasını oluşturduğuna inandıkları dört element de dahil) temelini oluşturuyordu. Toprak dedikleri şey, temelde kuru ve soğuk; Su, soğuk ve ıslak; Hava, ıslak ve sıcak; Ateş ise sıcak ve kuruydu.

Aristoteles, dünyevi âlemin bozulabilir ve değişebilir olduğunu savunuyordu, çünkü dört temel element ve bunların esasını oluşturan dört temel nitelik de bozulabilir ve değişebilirdi. Örneğin, soğuk ve ıslak Su ısıtıldığında, sıcak ve ıslak olan Havaya dönüşüyordu.

Bunun yanı sıra Aristoteles'in açıklamalarına göre, dünyadaki dört temel elementin tümü de düz çizgiler üzerinde hareket etme eğilimindeydi ve bu ise tamamen uygun bir davranış biçimiydi: Düz çizgiler, tüm eğriler içinde dünyaya en uygun düşeniydi, çünkü bunların adeta doğum ve ölümü simgeleyen başlangıç ve bitiş noktaları vardı. Örneğin, aksi yönde harekete zorlanmadıkça Toprak ve Su daima dümdüz *aşağı* doğru, bir yerçekimi izlenimi verircesine hareket etme eğilimi gösterirken, bunların aksine Hava ve Ateş daima dümdüz *yukarı* doğru hareketi tercih ederek doğal bir hafifliğe sahip oldukları izlenimi yaratıyordu.

Göksel âlem ise bambaşka bir konuydu. Tümüyle, Esir adı verilen ve kusursuz bir protoplazma olan bir beşinci elementten oluşuyordu. Bu mucizevi madde, Aristoteles'in hayal gücüne göre, farklı yoğunluklarda kendini göstererek Güneş, Ay, yıldızlar ve gezegenlerden, görünmez yüzeyleri üzerinde gökcisimlerinin kusursuzca hareket ettiği iç içe geçmiş bir dizi döner küreye kadar her şeyi oluşturuyordu.

Ay, Güneş ve yıldızlar sadece tek bir yönde dönen küreler üzerinde yer almaktaydı ki, bu durum onların kusursuz bir çember olan yörüngelerini açıklıyordu. Gökyüzünün başıboş gezginleri olan gezegenler ise, düzenli ancak anlaşılması zor bir şekilde, bir o yana bir bu yana dönen küreler üzerinde bulunmaktaydı. Bu da neden geceleri gökyüzünde daha değişik bir şekilde hareket ettiklerini açıklıyordu.

Dünyadaki dört temel elementin tersine, Aristoteles Esirin bozulmaz olduğuna inanıyordu. Esirin kusursuzluğu, gökyüzünün daima mükemmelliğini koruyacağı ve hiçbir zaman değişmeyeceği; asla bozulmayacağı anlamına geliyordu.

Aristoteles, Evren'le ilgili bu teorisiyle, Platon'un en büyük arzusunu yerine getirmişti: Hemen kavranabilir ve kusursuz nitelikteki davranışlarına dil uzatmanın bir zamanlar imkânsız olduğu, göklerin yeni Tanrıları olan bu yıldızcıkların ayrıcalıklı yaşam tarzlarına insanların ilk kez bakmalarını sağlamıştı. Ayrıca, insanlar gördüklerinden oldukça heyecan duymuşlardı, çünkü Aristoteles'in evreni, bir *kozmos*tu (kozmos, Yunancada düzenlilik, güzellik ve nezaket karşılığı kullanılan bir sözcüktür). İnsanlar da, yeni Tanrılarından düzen, güzellik ve nezaket bekliyordu.

Aristoteles'in teorisi aynı zamanda, Batı felsefesinde çok saygın bir yeri olan ve Evren'deki her etki için mantıklı bir sebep olması gerektiğini savunan Yeterli Sebep İlkesi'ne de uygundu. Sözgelimi, Aristoteles'e göre, Topraktan kopan parçalar ait oldukları kaynakla, yani Dünya ile yeniden birleşmeye yönelik doğal bir istek nedeniyle yere düşüyordu. Ağır cisimlerin hafif

olanlara kıyasla daha hızlı düştüğünü, çünkü yerle birleşme isteklerinin daha fazla olduğunu düşünüyordu.

Aristoteles'in gökteki devasa kürelerin dönmesine neyin yol açtığına ilişkin de akla yakın ve kabul gören bir açıklaması vardı. Ona göre, her bir küre kendisinin hemen üzerindeki kürenin hareketiyle oluşan bir esir rüzgârının etkisiyle dönüyor, en dıştaki küre ise *Primum Mobile*, asıl hareket kaynağı, yani Tanrı'nın bizzat kendisi tarafından harekete geçiriliyordu.

Platon din ile bilimi tanıştırmış ve ikisinin nişanlanmasını görecek kadar da uzun bir yaşam sürmüştü. Aristoteles ise onları en sevindirici ve kalıcı bir biçimde evlendirmişti. Dahası, bu tuhaf çiftin, eşi benzeri olmayan birlikteliklerinden karşılıklı olarak yarar sağlayacağına dair her türlü işaret de vardı.

Bilim kendi adına, göklerin gurur verici bir tablosunu yapıp yüce bir Tanrı'nın varlığını doğrulamıştı. Bilimin gizemli bir dünyaya ilişkin akla yakın açıklamaları, "Bizi gerçek dindarlığa götürecek şey astronomidir." diyen Platon'un tam da umduğu gibi, insanları bilgilendirmiş ve dini inançlarını zenginleştirmişti.

Din de etki alanını genişletip bilimin şanını yüceltmişti. Daha önce, bilim çoğunlukla, tanımlanabilir olduğu anlarda bile dünyevi âlemin gizemleri ve matematiksel âlemin soyut kavramlarıyla uğraşan değeri şüpheli, alışılagelmişin dışında bir girişim olarak kabul edilmişti.

Ancak yüzyıllar geçtikçe, Yunan İmparatorluğu ve onun tarihe gömülen dinsel ve bilimsel yeniliklerinin meyveleri de gelip geçti. Batı dünyasında Hıristiyanlığın yükselişi yeni bir dinsel devrim olmuş ve bu devrim sırasında eski dünyevi Tanrıların pek çoğunun yerini, gelenekçi Yahudilerin taptığı ve geleneklere karşı çıktığı için yakın bir geçmişte öldürülen Nasıralı İsa'nın övdüğü tek bir göksel Tanrı almıştı.

Artık dünyadaki insanların çoğu Yunanca değil, Latince konuşuyordu, bu yüzden de Aristoteles'i ve onun Evren'le ilgili teorisini öğrenemeden bu dünyadan göçüp gidiyordu. Ne var ki, zamanla eski Yunanca metinler tercüme edildikçe Hıristiyanlar,

Dominiken rahibi Aziz Büyük Albert'in de ifade ettiği gibi, "Dünyanın gurur duyabileceği en yüce fikirlerin Yunanistan'da yeşerdiğini ve Yahudilerin Tanrı'yı kutsal kitaplardan bilmelerine karşın, putperest filozofların Tanrı'yı akıl yürütme yoluyla tanıdıklarını ve bunu da Tanrı'ya borçlu olduklarını" keşfetmeye başlıyorlardı.

13. yüzyıla gelindiğinde Avrupa'daki öğrenciler Platon retoriğini, Aristoteles mantığını ve Eukleides geometrisini öğrenmeye başlamışlardı; aslında bunları öğrenmek neredeyse bir moda haline gelmişti. Daha da önemlisi, Hıristiyan liderler, İbn Meymun'un Aristoteles'in evrenbilimi ile Yahudiliği çoktan uzlaştırdığını ve filozof İbn Rüşd'ün de aynı şeyi İslamiyette yapmış olduğunu öğreniyorlardı.

Bu nedenle, zeki Dominikan Tanrıbilimci Aquinolu Tommaso bunların gerisinde kalmamak için, Aristoteles'in yermerkezli evrenini Hıristiyanlıkla bağdaştırmanın yollarını aramıştı. Binlerce ayrıntı vardı, ancak sonuçta, artık yarı Tanrı olarak tapılmayan gökcisimlerinin, esir rüzgârlarının değil, meleklerin döndürdüğü küreler üzerinde hareket ettiği düşüncesine ulaşılmıştı. Her şeyden önemlisi, Aristoteles'in *Primum Mobile*'si herhangi bir genel Tanrıyla değil, Yahudiliğin ve Hıristiyanlığın Tanrı'sıyla özdeşleştirilmişti.

İlk kez Aristoteles'in birleştirdiği ancak zamanın ve dil farklılıklarının birbirinden ayırdığı şeyi Yahudiler, Müslümanlar ve şimdi de Hıristiyanlar yeniden birleştirmişti. Bilim ve din bir kez daha kol kolaydı ve bu kez balayları Batı uygarlığındaki tarihi bir yeniden uyanışa dek sürecekti.

Bununla birlikte, dünyadaki yerleşim bölgelerinin çoğu, 14. yüzyılda başlayan ve art arda gelen korkunç veba salgınları yüzünden yaşanmaz hale gelmişti. Sadece 1347 ile 1350 yılları arasında Avrupa nüfusunun en az üçte biri silinip gitmişti.

Felaket geçtikten sonra, pek çok suçlama yapıldı: Sağ kalanlar, Tanrı'nın kıyameti andıran bu gazabı konusunda kendilerini önceden uyarmayan ruhani liderlerini suçluyordu. Buna ya-

nıt olarak rahipler de günahkâr davranışlarıyla bu tür bir cezalandırmaya davetiye çıkaran kitleleri kınıyordu.

Ne gariptir ki, bütün Avrupa'ya yayılmış olan kilise ve manastırlarda yaşayan din adamları bu salgından daha fazla zarar görmüştü: Tanrı'nın en kutsal kullarının yarısı ölmüş ve bu ise ne yazık ki daha büyük bir felakete yol açmıştı. Bir gözlemcinin de dile getirdiği gibi, "eşlerini vebadan kaybeden ve çoğu okuma yazma bilmeyen erkekler Kutsal Emirleri almaya koşuyordu".

Dini bir liderden yoksun kasabaların din adamlarına önerdiği büyük miktarlardaki paraların cazibesine kapılan gittikçe daha fazla sayıda insan, kötü amaçlarla rahipliğe başladı. Bunların çoğu, Papa VI. Clemens'in üzüntü ve tiksintiyle belirttiği gibi, "kendini beğenmiş, gösterişe düşkün" insanlardı ve haram yoldan kazandıkları paraları "kadın simsarlarına ve dolandırıcılara yatırıp Tanrı'yı umursamıyorlardı".

Terk edilmişliğin ve zayıflığın hâkim olduğu bu dönemde Katolik Kilisesi, bu acı gerçek karşısında herkesten daha çok hayal kırıklığına uğrayan iki üyesinin eleştirilerine maruz kaldı. 1517'de Alman rahip Martin Luther, meslektaşlarından geçici dünyanın aşırılıklarıyla değil, çocuksu bir inanç ve iyiliklerle beslenen bir Hıristiyanlık anlayışına dönmelerini isteyerek tarihi bir dinsel reformun lideri oldu. Ve 1543'te Polonyalı Tanrıbilimci Mikolaj Kopernik, Aristoteles'ten ayrılarak dinsel ve bilimsel bir devrim başlattı: Evren'in merkezinde Dünya'nın değil, Güneş'in yer aldığını öne sürdü.

Kopernik amatör bir gökbilimciydi ama düşüncesini savunacak gözleme dayalı yeni hiçbir kanıtı yoktu. Sadece, yermerkezli teorinin gereksiz derecede karmaşık olduğuna, bunun da hareketin tam ortasında, her yere hâkim sabit bir noktadan gökyüzüne baktığımız biçimindeki yanlış varsayımdan kaynaklandığına inanıyordu.

Örneğin Kopernik, başıboş gezegenlerin hareketinin karmaşık görünmesinin tek nedeninin, Güneş'in çevresinde turlarken

bir yandan da tıpkı bir balerin gibi kendi çevresinde dönen bir dünya üzerinde uzay boyunca, karmaşık bir şekilde hareket edişimiz olduğu düşüncesini ileri sürdü. Kopernik, Dünya'nın bu hareketleri hesaba katıldığında, gezegenlerin hareketinin de, tıpkı diğer bütün gökcisimlerinde olduğu gibi, çemberler üzerinde gerçekleştiğini göstermişti.

Kollarından tutulup döndürülen bir çocuğa, etrafındaki her şey dönüyor gibi gelecekti. Acaba gerçekten de her şey dönüyor muydu? Çocuğun bu soruya vereceği cevap, etrafındakilerin değil de kendisinin döndüğünü kabul etmesi halinde, "tabii ki hayır" olacaktı. İşte Kopernik'in geliştirdiği basit, ancak iğneleyici düşünce tarzı buydu.

Doğu Prusya'daki Frauenburg piskoposluk meclisinin bu üyesi, Güneş merkezli Evren teorisini savunan ilk insan değildi; 2000 yıl önce bazı Yunanlı filozoflar da aynı yaklaşımın birkaç değişik yorumunu ortaya koymuşlardı. Bu teori, o zamanlar olduğu gibi, hemen hemen aynı nedenlerden yine tartışmalara yol açtı.

Bilimsel açıdan bakıldığında, bu düşünceyi eleştirenler, Dünya'nın hareket ettiğinin hissedilmediğini, dahası eğer Dünya Güneş'in etrafında dönerken bir de kendi ekseni etrafında dönüyorsa, bunun birtakım açık işaretlerinin bulunması gerektiğini söylüyorlardı. Hatta bazı gökbilimciler, tıpkı dönen ıslak bir tekerlekten saçılan su damlaları gibi, her şeyin Dünya'nın yüzeyinden dışarı doğru saçılacağı tahmininde bulunuyorlardı.

Dinsel açıdan ise ilgi çekici itirazlar vardı. Eski Ahit'in Yeşu metninde (10:12-13), Gibeon savaşı sırasında "halk, düşmanlarından öcünü alana kadar Ay'ın ve Güneş'in hareketsiz kaldığı" açıkça belirtiliyordu. Yahudi-Hıristiyan Tanrı'sına inananların çoğu bunu, normal koşullarda Güneş ve Ay'ın Dünya etrafında *hareket ettiği* biçiminde yorumluyordu.

Bunların ve diğer itirazların ışığında Kopernik'in teorisi lehinde herhangi bir fiziksel kanıtın bulunmayışı nedeniyle, din ve bilim çevrelerinde Aristoteles'in gökyüzüyle ilgili görüşü ka-

bul görmeye devam etti. Hatta onun gibi bir devrimci olan Martin Luther bile, Kopernik'i Güneş merkezlilik gibi acayip bir düşünceyi savunduğu için alaya almıştı. Yine de, devrimlerle şekillenen bu yüzyıl sona ermeden, göklerden Kopernik'i temize çıkaran işaretler gelmeye başladı.

İlk işaret 1572'de bir gece vakti geldi. Aniden yeni, parlak bir yıldız görünmüş (gökbilimciler daha sonra bunun patlayan bir yıldız veya süpernova olduğu sonucuna vardılar) ve dünyanın her köşesindeki insanların merakla gözlerini gökyüzüne çevirmesine yol açmıştı. Tycho Brahe adındaki Danimarkalı gökbilimci, "Bu gerçekten de bir mucize... Dünya'nın başlangıcından bu yana doğada meydana gelen mucizelerin en büyüğü" diyerek hayranlığını dile getirmişti.

Aristoteles'in teorisi açısından bu mucize, teorisinin en önemli dayanağı olan göklerin değişmez ve bozulamaz olduğu ilkesini yıktığı için tam bir felaketti. Sadece dünyevi âlemde her şeyin gelip geçici olması beklenebilirdi.

Bundan beş yıl sonra, ikinci bir işaret felaketi daha da büyütmüştü. Bu kez işaret, Avrupa'nın tamamında gün ışığında bile görülebilecek kadar parlak bir kuyrukluyıldızdı. Yıldız yeterince şaşırtıcıydı, ancak gökbilimci Brahe ıraklık açısını ölçtüğünde daha da şaşkına dönmüştü.

Iraklık açısı gökbilimcilerin meslek sırlarından biri olacak kadar yararlı gördükleri bir optik yanılsamadır. Bir cisme önce sağ, sonra da sol gözle bakıldığında, cisim arka plana göre yer değiştirmiş gibi görünür. Cismin gözden uzaklığı *arttıkça*, yerdeğiştirme miktarı, yani ıraklık açısı *azalır* (işaretparmağınıza farklı uzaklıklardan bakarak bunu kendiniz de görebilirsiniz).

Kuyrukluyıldız söz konusu olduğunda, sağ göz rolünü Danimarka kıyılarının açığındaki bir adada gözlem yapan Brahe, sol göz rolünü de Prag'da gözlem yapan meslektaşları oynuyordu. Bu iki bakış arasındaki fark, yani ıraklık açısı, Brahe'ye kuyrukluyıldızın Dünya'ya Ay'dan dört kat daha uzakta olduğunu hesaplama imkânı verdi.

Gökbilimciler buna inanamıyordu. Aristoteles, kuyrukluyıldızların Dünya'nın atmosferindeki şiddetli bir karışıklıktan kaynaklandığını ve bulutlardan daha uzakta olmadıklarını söylemiş ve gökbilimciler de buna daima inanmışlardı. Bir kuyrukluyıldızın gökyüzünde, Ay'dan daha uzakta bir yerlerde dolaşması düşünülemez bir şeydi.

Dolayısıyla, birdenbire ortaya çıkan bu yeni yıldız ve kuyrukluyıldız, Aristoteles'in yıldızlarla ilgili şöhretine gölge düşürmüştü. Gelecek açısından büyük önem taşıyan bu yıllarda Aristoteles'i haklı çıkaran tek şey, kuyrukluyıldızların kıyamet habercisi olduğuna dair inancıydı. Kuyrukluyıldız onun Evren'le ilgili teorisinin sonunu getirmiş ve bu açıdan gerçekten de haklı çıkmıştı.

Sonraki yıllarda bilim, Aristoteles'in yanılabileceği olasılığına gittikçe daha açık olmaya başladıkça, din de her tür muhalefet karşısında sürekli olarak savunma konumunda kaldı. Luther'in dinsel reformu büyük bir Protestan hareketi doğurmuş ve kendilerini tehdit altında hisseden Ortodokslar, sırtını duvara vermiş yaralı bir hayvan gibi tepki göstermişlerdi.

1600 yılında, İtalyan rahip Giordano Bruno, başka şeylerin yanı sıra, kısmen Hıristiyanlık kısmen de simya ile ilgili garip bir felsefeye duyduğu inanç nedeniyle kazığa bağlanıp yakılmıştı. Kopernik'in Evren ile ilgili teorisine de inanıyordu ve bu çakışma nedeniyle, korkunç bir şekilde idam edilmesi, kilisenin merkezi otoritesini değil de Dünya'nın merkezi konumunu sorgulayan dindar kimselerde bile soğuk duş etkisi yaratmıştı.

Özellikle de, dinlerinin tıpkı daha önceden Aristoteles'in yermerkezli teorisiyle uzlaştığı gibi, Kopernik'in Güneş merkezli teorisiyle de uzlaşabileceğine inanan Hıristiyan bilim adamları üzülmüşlerdi. Ancak, Katolik Kilisesi'nin kısa bir süre önce kâfirleri yargılama yetkisi verdiği Engizisyon Mahkemesi yargıçlarının dikkatini çeker korkusuyla, görüşlerini açıkça ifade etmeye çekinmişlerdi.

Kırk yedi yaşındaki Alman gökbilimci Johannes Kepler, Luther ve Kopernik taraftarı olduğu için özellikle temkinliydi.

Çünkü Engizisyon söz konusu olduğunda bütün sözcüklerin içinde en kötüsü bu iki sözcüktü. Dahası Kepler, bir zamanlar Tycho Brahe tarafından yönetilen gözlemevinin müdürlüğünü de yapıyordu ve Brahe'nin, Aristoteles'in Evren teorisinin gözden düşürülmesine yönelik yarıda bıraktığı saldırıları kesinlikle sonuçlandıracak birkaç keşfi de dünyaya duyurmak üzereydi.

Kepler için bu kadar ilerlemek hiç de kolay olmamıştı. Babasının evi terk etmesi sonucu ailesiyle birlikte sefalet içinde bir yaşama sürüklendiğinde henüz on altı yaşındaydı. Daha da kötüsü, annesinin bir cadı olduğu söylentileri yayılmış ve bu da sonuçta Kepler ve onun astrolojiye olan ilgisi konusunda insanların şüphe duymasına yol açmıştı.

Kepler gerçekten de olağanüstü bir astrologdu: Bir yıl içinde, kışın soğuk geçeceğini, bir köylü ayaklanmasının yaşanacağını ve Türklerin saldıracağını doğru tahmin etmişti. Ancak, bir bilim adamı olarak, başarısını önemsiz gösterme eğilimindeydi. Alçakgönüllülükle bir gün şöyle bir açıklamada bulunmuştu: "Astrologlar bazen gerçeği söylüyorlarsa, bunun nedeni şans olmalı."

Kepler gökbilimini tercih etti, ancak yalnızca bilimsel değerleri yüzünden yıldızları incelemek isteyen birisi için iş imkânı yoktu. Bu nedenle, kendisi ve acı içindeki fakir annesi için para kazanmaya çalışan bir genç adam olarak, yıldız falına bakmayı kazançlı buluyordu. Bunun yanı sıra Kepler, gökcisimlerinin bir şekilde dünyadaki olayları etkilediğine dair şüpheli ama yaygın olan inancı da daima içinde taşıyordu.

Sözgelimi, altı yaşındayken, annesiyle birlikte dışarda dikilip 1577'deki tehditkâr kuyrukluyıldızı korku ve heyecanla izlemişlerdi. Büyük kuyrukluyıldız gözlemcisi Brahe yıllar sonra iş teklifinde bulununcaya kadar genç ve meteliksiz gökbilimci Kepler bu olayı bir kez bile aklına getirmemişti. O günden itibaren Kepler, o kuyrukluyıldızın kendi şöhretinin bir belirtisi olduğuna dair sezgisel inancını hiç yitirmedi.

Hayatının en güzel günlerini yaşıyordu. Son yirmi yılının en iyi anlarını Tycho Brahe'nin gökyüzüyle ilgili sayısız gözleınine bir anlam vermeye çalışarak geçirmişti. En son aletleri (henüz keşfedilmemiş teleskop dışında) kullanarak Kepler, gerçek "dönemlerini ve hareketlerini" anlamak amacıyla, bir zamanlar Platon'un yurttaşlarından yapmalarını istediği gibi, saatlerce gezegenlerle ilgili gözlemler yapmıştı.

Platon'dan iki bin yıl sonra görev yerine getirilmiş, ama Platon ve Aristoteles'in öngördüğünden farklı sonuçlara ulaşılmıştı. Kepler, başıboş gezegenlerle ilgili üç önemli şey keşfetmişti. Birincisi, Güneş'in bütün gezegenlerin merkezinde durduğu düşünüldüğünde, gezegenlerin davranışlarında gerçekten de mükemmel bir düzenliliğin olmasıydı.

Bir gezegenin yılı (yani yörüngesinde bir tur atması için geçen süre) *T* ve Güneş'e olan uzaklığı da *d* ile gösterilirse, Kepler'in ilk keşfi aşağıdaki basit denklemle ifade edilebiliyordu:

$$T^2 = \text{sabit} \times d^3$$

Yani, bir gezegenin yılının karesi daima gezegenin Güneş'ten olan uzaklığının küpünün bir sabitle çarpımına eşittir. Bu nedenle, Güneş'ten uzak olan gezegenlerin yılı daha uzun, Güneş'e yakın olan gezegenlerin yılı ise daha kısadır. (Güneş'e en yakın gezegen olan Merkür'ün bir yılı 88 gün, Güneş'e en uzak gezegen olan Plüton'un bir yılı ise 90.410 gün sürer!)

Kepler ikinci keşfiyle ise gökyüzündeki anlaşılınayan bir düzensizliği ortaya çıkarıyordu. Gezegenlerin yörüngelerinde sabit hızlarla hareket etmek yerine, pistte yarışırken ne zaman hızlı ne zaman yavaş gideceği konusunda sürekli karar değiştiren bir jokey gibi, bir hızlanıp bir yavaşladıklarını söylüyordu.

Son olarak Kepler, gezegenlerin çember değil, *oval* biçimli yörüngelerde hareket ettiğini ortaya çıkardı. Bu üç keşfin içinde, Aristoteles döneminde öne sürülen, göksel mükemmelliğe ilişkin eski görüşe en büyük darbeyi indiren de bu sonuncusu oldu.

Bu keşifler kutsal değerler açısından çok tehlikeli olsa da, orta yaşlı gökbilimci o sıralarda bunu umursamamıştı. "Artık ... hiçbir şey beni durduramaz. Kutsal bir çılgınlığa özgürce boyun eğiyorum. İzin verirseniz bunun tadına varacağım." diyordu mutluluktan uçan Kepler ve umursamaz bir taşkınlıkla "bana sitem etseniz bile buna katlanacağım" diye ekliyordu.

İlerleyen yıllarda Kepler, Katolik Engizisyon Mahkemesi yargıçlarından kendini sakınabilmiş ve Güneş merkezli Evren teorisini geliştirmek üzere tüm dikkatini toplayabilmişti. Kepler'e göre, örneğin, gezegenler esir küreleri sayesinde değil, Güneş'ten kaynaklanan bir tür manyetik kuvvet sayesinde yörüngelerinde duruyordu.

Çağdaşlarının farklı teorileri vardı: Sözgelimi Fransız filozof René Descartes tüm gökcisimlerinin, görünmez devasa hortumların dar uçlarında bulunduğuna inanıyordu. Ona göre, gezegenlerin Güneş etrafında dönmelerinin tek nedeni onun hortumuna kapılmış olmalarıydı.

Descartes, Ay'ın Dünya etrafındaki dönüşünü de aynı nedenle açıklıyordu, çünkü Ay da Dünya'nın görünmez hortumuna yakalanmıştı. Dahası, hortuma *yakalanmayacak* kadar şanssız olan maddeler de Dünya'ya *düşüyordu*.

İtalya'nın Floransa kentinde, Galileo Galilei adında altmış dokuz yaşındaki bir başka gökbilimci de değişim rüzgârlarına kendini kaptırmıştı. Kepler ve kendi kuşağındaki hemen herkes gibi Galileo da başlangıçta inançlı bir Aristoteles taraftarıydı. Ancak, kendi yaptığı basit ve küçük teleskopuyla gökyüzüne baktığı 1609 yılında fikrini değiştirmişti: Teleskopuyla Jüpiter'in çevresinde dolanan küçük ayları görmüştü; tam da Kopernik'in, Ay'ın Dünya çevresinde döndüğü yolundaki düşüncesine benzer biçimde Jüpiter'in ayları da onun çevresinde dönüyordu.

Dahası, Ay, Aristoteles'in tasvir ettiği kadar mükemmel değildi; üzerinde çok sayıda leke vardı. Galileo, bazılarını kratere ve bazılarını ise *maria*'ya, yani yanlızca dünyevi âlemde bulun-

duğu düşünülen ve bozulabilir bir element olan suyla dolu denizlere benzetti.

(Galileo'nun su konusunda yanıldığının kanıtlanmasından yıllar sonra bilim adamları onun benzetmelerine sadık kaldılar. Ay'a inen ilk astronotlar *Mare Tranquilita,* yani *Sessizlik Denizi* adı verilen bölgeye ayak basacaklardı.)

Galileo'nun, Aristoteles'in fikirlerinden şüphe etmesi için Dünya üzerinde de güçlü gerekçeleri vardı. Örneğin, metal topların farklı eğimlere sahip düzlemlerden ne kadar hızlı yuvarlandıklarını ölçmeye çalışırken, ağır cisimlerin hafif cisimlerden daha hızlı düşmediğini keşfetmişti: Sağduyunun ve Aristoteles'in övülen teorisinin tersine, tüm cisimler aynı hızla yere düşüyordu.

Ne yazık ki, Roma Katolik Kilisesi'nin anavatanında yaşayan Galileo, Aristoteles'i çoğu kez pervasızca eleştirmesi ve Kopernik'in Güneş merkezli Evren teorisine inanması nedeniyle kâfirlikle suçlanmak konusunda Kepler'e kıyasla daha büyük bir tehlike altındaydı. Dolayısıyla, 1633'te Vatikan'da Engizisyon Mahkemesi'ne çağrılması hiç de sürpriz olmamıştı.

Galileo 15 yıl önce Papalık tarafından kendisine verilen bir buyruğu dikkate almamakla suçlanıyordu. Papa'nın buyruğunda, "Mikolaj Kopernik'in sözü edilen düşüncesinin hatalı olduğu" belirtilmiş ve "adı geçen Galileo'ya bu düşünceden tümüyle vazgeçmesi, söz konusu bu düşünceyi yazılı ya da sözlü olarak herhangi bir şekilde sürdürmemesi, öğretmemesi veya desteklememesi" uyarısında bulunulmuştu.

Aylar süren mahkemesi boyunca, Güneş merkezli Evren teorisine olan inancının her zaman sadece akademik bir nitelik taşımış olduğunu ısrarla belirtmiş olmasına karşın Galileo, kilisenin o meşum uyarısını dikkate almadığını yalanlayamamıştı. Sonuç olarak, 21 Haziran 1633'te kendisini suçlu bulan Kardinaller Kurulu fikrini değiştirmesini talep etti.

Önceleri Galileo uzlaşmaz bir tutum sergiledi ve "söyleyecek bir şeyim yok" diyerek diretti. Ancak, Giardano Bruno'nun ba-

şına gelenlerin aynısının kendisinin de başına gelebileceği tehdidiyle yorgun düşen yaşlı gökbilimci ısrarcı tutumundan vazgeçerek, "Ben, Galileo, yetmiş yaşında bir mahkûm olarak, dizlerimin üzerinde ve Yüce Kardinallerin önünde, ellerimle dokunduğum Kutsal İncil'in önünde Dünya'nın hareketiyle ilgili hatadan ve sapkınlıktan vazgeçiyorum, bunu lanetliyor ve nefretle karşılıyorum." dedi.

Gördüğü eziyetlerden yenik ve bitkin düşen Galileo, itirafına şu sözlerle devam etti: "Kopernik'in bu düşüncesine katılmıyorum." dedi ağlamaklı bir sesle, "Kendimi sizin ellerinize teslim ediyorum. Bana dilediğinizi yapın." diye ekledi.

Uzun zamandan beri süregelen bilim din evliliğini zayıflatmaya başlayan gerginlikler nihayet çirkin bir toplu arbedenin patlak vermesine yol açmıştı. Ancak durum göründüğü gibi değildi: Roma'da din, bilimi dize getirmişti ancak gerçekte dini alt etmekle tehdit eden bilimdi.

Aslında, dinin hiç zafer kazanmadığı ve uzun yıllar önce, Aquinolu Tommaso ve diğerlerinin Hıristiyanlığın Tanrısını ve O'nun göksel âlemini savunma hakkını bilime verdiği gün, bilime teslim olduğu iddia edilebilir. Dolayısıyla din, bilimin verdiklerini şimdi kaldırıp atıyordu.

Platon ve Aristoteles'in düşüncelerinde bilim, Hıristiyanlık âlemine dünyevi kusurlardan arındırılmış ve Tanrı tarafından hassas bir biçimde işletilen göz kamaştırıcı bir gök sunmuştu. Şimdi ise Kopernik, Brahe, Kepler ve Galileo'nun teorilerinde bilim, bunu kuyrukluyıldızların, oval yörüngelerin ve hem Güneş'in hem de kendi etrafında dönen Dünya'nın yağmalayıp bozduğu bir gökle değiştiriyordu.

Göksel âlemi bozmakla bilim şimdi de dini, büyük ve Tanrısal bir yücelikle ilişkisinden dolayı sahip olduğu gizemli gücü ve çekiciliği elinden almakla tehdit ediyordu. Kısacası din bilime diz çöktürürken, bilim de dini yere indirip hiçe sayıyordu.

Bilim kendi adına artık dinden ayrılmak istiyordu. Oysa din, bilimle yaptığı evlilik sayesinde durmaksızın geliştiğinden ve

kendi görünümünü büyük ölçüde eşi bilime borçlu olduğundan, bilimle olan evliliğini sürdürmeyi çok istiyordu.

Mahkemesinin ardından Galileo, hayatının kalan sekiz yılını evinde göz hapsinde ve zulümden uzakta geçirdi. Katarakt yüzünden neredeyse gözleri kör olmuşsa da, sonuçta, Platon'un çöpçatanlığının kutsal olmayan bir ittifaka yol açtığını net bir biçimde görebilmişti.

1642 yılında, kuşatma altındaki yaşlı İtalyan gökbilimci ölmüş ve ne garip bir tesadüftür ki, aynı yıl Isaac Newton doğmuştu. İlerleyen yıllarda Newton bilim ile din arasındaki gittikçe büyüyen yabancılaşmayı öğrenecek ve ikisinin bir daha birleşmemecesine boşanınalarına neden olacaktı.

Vici

Isaac'in hasta annesiyle birlikte olmak için Cambridge'ten dönmek üzere yolda olduğunu öğrenen kasabalılar merak ve mutluluk içindeydi. Yıllardır, Newton-Smith malikânesinde yaşanan gerginlikleri çok iyi biliyorlardı; dedikoducular şimdi de nihayet barışıp barışmayacaklarını merak ediyorlardı.

Woolsthorpe'un bu ünlü hemşehrisiyle gurur duyduğunu söylemek durumu açıklamakta yetersiz kalırdı; küçük kasaba ona tapıyor ve ünlü biri olacağını önceden tahmin etmiş olmanın mutluluğunu yaşıyordu: İsa'nın doğduğu gün bir yetim olarak dünyaya gelen bu çocuk, bugün artık Cambridge Üniversitesi Doğa Felsefesi Bölümü'nde kürsü sahibi gepegenç bir profesördü.

Otuz altı yaşındaki Newton bir dizi keşfi sayesinde akademik hiyerarşide kısa süre içinde yükselmişti. Bu keşiflerden herhangi biri bile tarihte kendine sağlam bir yer edinmesi için yeterliydi.

Sözgelimi, matematikte çarpıcı bir başarıya imza atarak sonsuz küçükler hesabını (*calculus*) keşfetmişti. Bu, ileriki yıllarda pek çok üniversite öğrencisinin başını ağrıtacak olsa da, 17. yüzyıl düşünürleri, kendilerine tarihte ilk kez doğayı son derece hassas bir kesinlikle açıklama olanağı sağlayan matematiksel bir dil verilmesinin heyecanını yaşıyorlardı.

Ayrıca Newton, sadece yerçekimi değil, başka kuvvetler altında da cisimlerin hareket ettiğini gözleyerek, Galileo'nun metal kürelerle yaptığı yeni ufuklar açan çalışmalarını gözden geçirip geliştirmişti. Sonuçta, metal kürelerin davranışını üç basit gerçekle özetlemeyi başarmıştı.

1. Gerçek: Cisimleri itecek hiçbir kuvvetin bulunmadığı bir dünyada kımıldamayan bir cisim sonsuza dek hareketsiz kalırken, hareket eden bir cisim ise düz bir çizgi boyunca sabit bir hızla sonsuza dek hareketini sürdürecektir.

2. Gerçek: Cisimleri itecek kuvvetlerin bulunduğu bir dünyada, bir kuvvetin etkisinde kalan bir cisim, kuvvetin nasıl uygulandığına bağlı olarak mutlaka ya hızlanacak ya da yavaşlayacaktır.

3. Gerçek: İki cisim birbiriyle çarpıştığında, her biri çarpışma kuvvetini eşit şiddette ancak ters yönde hissedecektir. (Çoğu kimse bunu, "Her etkiye karşı eşit ve zıt yönde bir tepki vardır." biçiminde ifade eder.)

Newton'un tüm bu başarıları onu, başta Woolsthorpe olmak üzere bütün dünyada meşhur etmişti. Artık entelektüel açıdan bir devdi, ancak yine de, otuz altı yaşındaki Isaac görkemli malikâneye yaklaştıkça yatalak annesiyle karşılaşma düşüncesi onu tıpkı bir çocuk gibi ürkütüyordu.

Eski eve girdiğinde, onu sevgili dayısı karşıladı. Dayısı Papaz Ayscough bu kadar yıldan sonra Newton'u görmüş olmaktan mutluluk duymuş, ama üniversiteli eski dostlarından işittiği dedikoduların doğru olduğunu görmek onu çok üzmüştü.

Newton ürkütücü ölçüde hastalıklı ve aklı başından gitmiş görünüyordu: Aradan geçen on beş yıl içinde sinirsel bir buhran yaşayan Newton hâlâ iyileşme aşamasındaydı. Doktorların araştırabildiği kadarıyla bu buhranı aşırı çalışma ve az uykunun yol açtığı fiziksel bir bitkinlik ateşlemiş ve meslektaşlarıyla arasındaki ardı arkası kesilmeyen çekişmelerin yarattığı ruhsal yorgunluk bu durumu iyice kötüleştirmişti.

Bu çekişmelerin en kötüsü de, yedi yıl önce 1672'de, Newton'un Kral II. Charles'ın dikkatini çekmesi ve bunun ardından

da Royal Society of London'a (Londra Kraliyet Derneği) seçilmesiyle başlamıştı. Bu çok seçkin bilimsel akademinin üyesi olmak bütün doğa felsefecileri için olağanüstü bir şerefti, hele otuzunu aşmamış genç bir doğa felsefecisi için.

Geleneklere uygun olarak, yeni üye olan Newton en son araştırmalarına ilişkin bir raporu derneğin dikkatine sundu. Yeni katılan üye için düzenlenen bu bilimsel hoşgeldin partisi ne yazık ki feci bir kavgayla sonuçlanacaktı.

O zamana kadar doğa felsefecilerinin çoğu, beyaz ışığın kesinlikle saf olduğuna ve diğer bütün renklerin de, beyaz ışığın saflığını bozan bir ortamdan geçmesi sonucunda oluştuğuna inanıyordu. Örneğin, saflık biraz bozulursa kırmızı, çok fazla bozulursa mavi ışık ortaya çıkıyordu.

Bu doğa felsefecileri, cam bir prizmadan geçen beyaz ışığın gökkuşağındaki renklerin tümünü nasıl oluşturduğunu böyle açıklıyordu. Beyaz ışığın, prizmanın en ince tarafından geçen bölümü kırmızı, en kalın tarafından geçen kısmı da mavi ışığı oluşturuyordu.

Ancak Newton, prizmanın ince veya kalın herhangi bir tarafından geçen renkli ışığın değişmediğini yani kırmızının yine kırmızı, mavinin de yine mavi olarak prizmadan çıktığını fark ettikten sonra, tümüyle farklı bir sonuca ulaşmıştı. Besbelli ki, saf ve değişmez olan beyaz ışık değil, renkli ışıktı. Aslında gökkuşağını oluşturmasının da kanıtladığı gibi, beyaz ışık, diğer bütün ışıkların bir karışımıydı.

Bu olağanüstü açıklamaların heyecanına kapılan genç Newton, bunların, İngiltere'nin bu seçkin Kraliyet Derneği'ne kendini tanıtmanın önemli bir yolu olduğunu düşünmüştü. Dahası, -kendisine yıllar önce Arthur Storer'ı dövdüğünde aldığı alkışları anımsatan- akademik ilgiden güç alan Newton, daha da ileri gidip pek mütevazı olmayan bir biçimde, beyaz ışıkla ilgili keşfinin "doğayla ilgili olarak şu ana kadar ulaşılan bulguların en önemlisi ya da en önde geleni olduğunu" ileri sürme cesaretini de göstermişti.

Sunduğu rapor çok başarılı olmuştu ya da Newton böyle olduğuna inandırılmıştı. Derneğin diplomatik sekreteri Henry Oldenburg duygularını şöyle dile getirmişti: "Sizi temin ederim efendim, rapor özel bir dikkat ve benzeri görülmemiş bir övgüyle karşılandı."

Gerçekte ise, bu genç yabancının kendine biçtiği aşırı önemden ve köktenci teorisinin cüretkârlığından rahatsızlık duyan Robert Hooke'un başını çektiği az sayıdaki dernek üyesi, Newton'un yayımladığı raporu küçümsemeyle karşılamıştı. Hooke "Hipotezlerine gelince, bunların kesinliği konusunda beni ikna edecek, reddedilmesi imkânsız herhangi bir kanıtı henüz görebilmiş değilim." diyerek öfkeli bir biçimde söylenmişti.

Bilimsel eleştiride bulunmak elbette normal bir işleyişti ve pek çok durumda kişiye yönelik olarak algılanmamalıydı. Birbirlerinin teorilerini çoğu kez insani duygulara kayıtsız kalarak acımasızca sorgulamakla doğa felsefecileri, yalnızca en uygun fikirlerin hayatta kalabileceği bir tür entelektüel cangıl yaratmayı amaçlıyordu.

Ancak bu kez Hooke, kendinden yedi yaş küçük Newton'un itibarını zedelemeyi özellikle çok istiyordu. 1665 yılında "*Micrographia*" adlı, çok satan kitaplardan birinde Hooke, çoğunluğun kabul ettiği renk teorisini, zaman zaman kendi düşüncelerivle de süsleyerek canla başla savunmuştu. Hooke bu sayede şöhreti yakalamıştı -aslında, *Micrographia* onun tek büyük başarısıydı- ve bunun kendini beğenmiş bir yeniyetmenin hipotezleriyle bozulmasına izin vermeyecekti. Hooke meydan okurcasına şöyle bir sonuca varmıştı: "Aynı olgu, herhangi bir güçlük olmaksızın, onunkilerle olduğu kadar benim hipotezlerimle de çözülecektir."

Hooke'un suçlamaları, yalnız ve kendine güvensiz Newton'u çok sarsmış ve ona terk edilip reddedildiği geçmiş günleri anımsatmıştı. Newton kendini savunmaya, elde ettiği sonuçları ve düşünce tarzını tekrar olabildiğince dikkatli bir biçimde belirtmeye çalışmış ama başarılı olamamıştı: Eleştiriler dur durak bilmemişti.

Sonuçta hasta düşen Newton dernekle yeni başlayan ilişkisinin bozulmasından büyük ölçüde Hooke'u sorumlu tutmuştu. Bu kabadayıdan nefret ediyordu ve karnına yediği bu en son tekme, kararlılığını ve azmini güçlendirmek yerine, o zamana dek benimsediği tek aileden aniden kopmasına neden olmuştu. Newton kırgın bir biçimde "Kesinlikle sonsuza dek veda ediyorum, çünkü görüyorum ki, bir insanın ya yeni hiçbir şey üretmemeye karar vermesi ya da ürettiği yeni şeyi savunmak için çile çekmesi gerekiyor." diyerek acı bir karşılık vermişti.

Kabadayılar kendisini sindirmiş olsa da, onlara bunun farkına varma zevkini tattırmak istemiyordu. Bu nedenle istifa mektubunda, Dernek'ten ayrılmak istemesine neden olarak, Londra'nın Cambridge'ten çok uzakta olmasını göstermiş ve "Derneğinize saygı duymakla beraber, yine de, herhangi bir biçimde yarar sağlamayacağım gibi, toplantılara da (uzaklık dolayısıyla) katılamayacağımdan çekilmek istiyorum." diye yazmıştı.

Bunun ardından, Newton çalışmalarını bir daha asla yayımlamamaya yemin etmişti. Dolayısıyla, bütün bu yıllar boyunca defterlerinde karalamalar halinde duran düşünce ve deneylerini bir sır gibi saklamıştı; büyük başarıları dünya çapında duyulmuşsa, bu sadece, kulaktan kulağa ya da mektuplar yoluyla belli belirsiz ve eksik bir biçimde sızan bilgiler sayesindedir.

Newton, Kraliyet Derneği'ne de topluma da aynı nedenden ötürü katılmaya yanaşmamıştı. Hatta, Katherine Storer'a kavuşma umudundan da tümüyle vazgeçmişti. O dönemlerde kendini, gerçekten de sevdiği tek kadın olan bu genç kadınla ilgilenemeyecek kadar güvensiz hissetmiş ve sadece çalışmalarıyla meşgul olmuştu. Katherine Storer da baştan beri kendini Newton'a veremeyecek kadar değerli bir hanımefendi portresi çizmişti. Zaten, aradan geçen zaman içinde bir başka adamla evlenmişti.

Newton, annesinin yatak odasına doğru yürürken kendisini dünyadaki en yalnız adammış gibi hissediyordu: Meslektaşları ve aşk tanrısı tarafından reddedilmiş olması yetmiyormuş gibi,

şimdi de yaşamı boyunca hiç göstermese de kendisine ölümsüz bir sevgi besleyen bu gizemli kadını yitirmek üzereydi.

Büyük yatağa yaklaştığında Newton, annesinin solgun yüzünü gördü. Annesi güçlükle konuşabiliyordu ama yine de oğlunu gördüğünde birazcık gülümseyebilmişti. Newton bu durumdan çok etkilendi; yaşamının büyük bir bölümünde nefret ettiği bu kadının şimdi en zayıf, ölüme yaklaşan haliyle karşılaşmıştı; yüreğinde bir şeylerin eridiğini hissetti ve bir çocuk gibi ağladı.

İyi bir anne olduğu söylenemezdi, ancak Newton'un gizliden gizliye en çok etkilemek istediği kişiydi. Newton ona meydan okumuş, hatta merhametsizce davranmıştı ama bunlar artık geride kalmıştı. Şimdi ise gözyaşları içinde, tek arzusunun annesine onu eskiden beri ne kadar çok sevdiğini göstermek olduğuna ve karşılığında onun da kendisini sevmesini her şeyden çok arzuladığına yemin ediyordu.

Newton'un bu pişmanlık dolu sözleri Woolsthorpe'ta yayılmış ve kasabalılar merakla neler olacağını beklemeye başlamışlardı. Bir görgü tanığının söylediklerine göre Newton, "Geceler boyu annesinin yanında kalıyor, ona ilaçlarını veriyor ve kendi elleriyle yaralarına pansuman yapıyordu."

Ömür boyu ifade edilmemiş bu sevgi yüzünden Newton nadiren yemek yiyebiliyor ve gözüne doğru dürüst uyku girmiyordu. Newton kendisini tümüyle annesinin hizmetine adamıştı. Bir kasabalıya göre "Newton uygulayana acı veren bu tedaviyi en zevkli deneylerinde duyduğu isteğe benzer bir istekle sürdürüyordu."

Birkaç hafta sonra annesi öldü ve kasaba mezarlığına gömüldü. Bu olayın ardından Newton, annesine olan duygularını daha önceden değiştirmediği için kendini suçladı, ancak genç doğa felsefecisi bir yandan da bir evladın annesine duyduğu sevginin nasıl bir şey olduğunu keşfetmiş olmanın mutluluğunu yaşıyordu.

Daha sonraki günlerde, annesinin işlerini yoluna koymak ve anılarını tazelemek için Woolsthorpe'ta kaldı. Kırlarda dolaştı,

Grantham yakınlarındaki artık oldukça harap görünen yel değirmenine gitti ve dayısıyla saatlerce zaman geçirdi.

Sıcak bir akşam vakti Newton bahçede dolaşırken, Ay tıpkı on dört yıl önceki bir yaz akşamında olduğu gibi doğmaya başladı. Newton, Ay'ın neden çok yüksek bir ağaçtan yere düşen bazı elmalar gibi yere düşmediğini göstermek için yaptığı bir hesaplamayı anımsadı.

Dünya'nın yerçekimi kuvvetinin Ay'ın kendi merkezkaç kuvvetiyle dengelenmesi yüzünden Ay'ın yere düşmediğini hesaplamıştı; bunu çocukluğunda, halka olup dönme kuvveti olarak adlandırdığını anımsadığında kendi kendine gülümsedi.

Artık büyümüştü ve durumu ipin bir ucuna bağlı bir biçimde döndürülen bir adam deneyiyle açıklama eğilimindeydi: İpi çekerek geren şey merkezkaç kuvvetti ve bu kuvvetin şiddeti üç şeye bağlıydı.

Bunlardan birincisi kütleydi: Döndürülen büyük bir yetişkin, küçük bir çocuğa kıyasla ipi daha fazla geriyordu.

İkincisi, ipin uzunluğuydu: Çok uzun bir ip, kısa bir ipin etkisinden daha büyük bir etki yaratıyordu. Daha büyük bir çember üzerinde dönen ipin ucundaki adam doğal olarak çok daha büyük bir baş dönmesi deneyimi yaşıyordu.

Üçüncü ve son olarak, merkezkaç kuvvetin şiddeti hıza bağlıydı: Adam ne denli hızlı döndürülürse ipe o denli büyük bir gerilim uyguluyor ve kendisini de o denli büyük bir kuvvetle merkezden dışa doğru itiliyor hissediyordu.

Matematiksel olarak, m kişinin kütlesini, d ipin uzunluğunu ve T de bir dönüş için geçen süreyi gösterirse, adamın hissettiği merkezkaç kuvvet şu basit denklemle açıklanabilirdi:

$$\text{MERKEZKAÇ KUVVET} = \frac{\text{sabit} \times m \times d}{T^2}$$

Sözcüklerle ifade etmek gerekirse, çok kısa bir sürede, uzun bir ipin ucunda hızla döndürülen kütlesi büyük bir adam veya cisim büyük bir merkezkaç kuvvet yaratıyordu; yani büyük

bir kuvvet, büyük bir m'nin büyük bir d ile çarpılıp, küçük bir T'nin karesine bölünmesinden elde ediliyordu.

Öte yandan, uzun bir sürede kısa bir ipin ucunda ağır ağır döndürülen hafif bir adam veya cisim küçük bir merkezkaç kuvvet yaratıyordu; yani küçük bir kuvvet, küçük bir m'nin, küçük bir d ile çarpılıp, büyük bir T'nin karesine bölünmesinden elde ediliyordu.

Bahçenin geceleyin ortaya çıkan sakinlerinin sesleri çoğaldıkça kendini rahatlamış hisseden Newton, geçmişe dönerek düşüncelerini bu denklemdeki T^2 üzerine nasıl yoğunlaştırdığını düşündü. Bunu daha önce nerede gördüğünü ilk başta hatırlayamamışsa da daha sonra aklına gelmişti.

Yüzyıl önce Kepler, gezegenlerin aşağıdaki basit yasaya uyan yörüngelerde Güneş'in etrafında döndüğünü öne sürmüştü:

$$T^2 = \text{sabit} \times d^3$$

Newton telaş içinde, Ay'ın bir gezegen olmadığını anımsadı, ancak bazılarının da söylediği gibi eğer Ay Dünya'nın etrafında dönüyorsa, o zaman o da Kepler'in formülüne uyabilirdi. Eğer öyleyse kendi formülündeki T^2 yerine, Kepler'in formülündeki matematiksel eşitliği, yani sabit x d^3'ü koyabilecekti. Sonuç olarak:

AY'IN MERKEZKAÇ KUVVETİ

$$= \frac{\text{sabit} \times m \times d}{\text{sabit} \times d^3}$$

$$= \text{yeni sabit} \times m \div d^2$$

Bir başka deyişle, o korkunç veba salgınının yaşandığı 1665 yılında genç Newton en parlak keşfine ulaşmıştı. Dünya'nın etrafında dönerken Ay'ın etkisinde kaldığı merkezkaç kuvvet (sabit dışında) yalnızca iki şeye bağlıydı: Ay'ın kütlesi m'ye ve onu Dünya'ya bağlayan hayali ipin uzunluğu d'ye.

Bu hayali ip, Dünya'nın kütleçekimi kuvvetini simgeliyordu. İp Ay'ı çekiyor ve Ay'ın merkezkaç kuvveti de ters yönde çekiyordu. Newton bunun sonucunda, Ay'ın Dünya'ya düşmek ya da ondan uzaklaşıp gitmek yerine neden Dünya'nın etrafında durmak bilmeyen bir yol izlediğini açıklayan kozmik bir ayrılığın doğduğu hükmüne varmıştı.

Nostaljik duygularla dolan Newton, henüz yirmi üç yaşındayken yaşadığı o önemli geceyi anımsıyordu şimdi. Kozmik ayrılık konusunda vardığı sonuç eğer doğruysa, yani bu birbirine ters iki kuvvetin şiddetleri eşitse, o zaman bu, her iki kuvvetin de aynı matematiksel denkleme uyduğu anlamına geliyordu:

DÜNYA'NIN KÜTLEÇEKİMİ KUVVETİ
= AY'IN MERKEZKAÇ KUVVETİ
= sabit x $m \div d^2$

Yani Dünya'nın çekim kuvveti, Dünya'dan uzaklaşıldıkça zayıflıyordu -çekim kuvveti uzaklığın karesiyle zayıflıyordu (m'nin daha büyük bir d^2 ile bölünmesinin sonucunda daha küçük bir kuvvet elde ediliyordu).

Örneğin, Dünya'dan *iki* birim uzaklıktaki bir elma, çekim kuvvetinin dörtte birini hissedecekti (bir başka deyişle, kuvvet ikinin karesi kadar, yani dört kat azalıyordu). *Üç* birim uzaktaki bir elma ise, çekimin dokuzda birini hissedecekti. Ay'a kadar uzaklaşıldığında ise, Dünya'nın çekimi iyice zayıflayacak, ancak yok olmayacaktı.

Gerçekten de Dünya'nın çekimi, ne kadar uzağa gidilirse gidilsin var olacaktı. Yerçekiminin şiddeti asla tamamen yok olmuyordu; yalnızca Dünya'dan uzaklaşıldıkça şiddeti giderek azalıyordu.

Newton'un geçmişe kıyasla şimdi çok daha iyi kavradığı bu son iddia genel inançlara ürkütücü derecede aykırıydı. Söz konusu olan, dünyevi âlemin Aristoteles'in inandığı gibi Ay'dan sonra sona ermeyip, aksine Evren'in en ücra köşelerine kadar

uzanabileceğini düşünmek için başvurulabilecek son derece akla yatkın bir kanıttı.

Newton eve dönmek için harekete geçtiğinde gözlerini son bir kez daha gökyüzüne çevirdi. Gökler acaba ona neyi anlatmak istiyordu? Newton hırslı bir astrolog değildi, ancak Kepler gibi o da, Evren'in iki âleminin birbiriyle bağlantılı olduğuna her zaman inanma eğiliminde olmuştu.

Tanrı'nın günlük yaşamımıza zorunlu olarak müdahalede bulunduğuna inanıyordu. Yatak odasına giden merdivenleri çıkarken, yaşamın da bir başka tür kozmik ayrılık olarak kabul edilebileceğini düşünüyordu: Adem ile Havva'nın elmayı yemesinden bu yana, Tanrı'nın kurtarıcı varlığı, mükemmel olmayan bu dünyayı bir harabeye dönmekten uzak tutan tek şey olmuştu.

Newton, göksel âlemle dünyevi âlemin kuvvetleri arasındaki çekişmeyi düşünerek uykuya dalarken, Londra'daki insanların ise, Katolikler ile İngiliz hükümeti arasındaki benzeri bir mücadele yüzünden gözlerine uyku girmiyordu.

Kısa bir süre öncesine kadar aşırı derecede katı Püritenler tarafından yönetilen İngilizler, artık Anglikan olmayan tüm bağnazlara kuşkuyla bakıyor ve onlara kin güdüyorlardı; tek kelimeyle çok öfkeliydiler. Örneğin, çok kısa bir süre önce, Papa'nın II. Charles'a suikast girişiminde bulunması için kralın kardeşi II. James'i görevlendirdiği dedikoduları yayılmıştı; bu çılgın ortamda pek çok masum Katolik katledilmişti.

Dahası, Newton, Cambridge'e döndüğünde, sadakat yeminini imzalamayanları yasa gereği fakültesinden çıkartan bir üniversiteyle karşılaştı. Bağdaşıklık Yasası denen bu yasaya göre gerçekten de, laikleştirilen İngiliz Kilisesi'nin ilkeleri doğrultusunda dinsel inançlar benimsemeyi reddeden bir kimse kamusal ya da askeri bir göreve getirilemiyordu.

İngiliz doğa felsefecileri, Katolik Kilisesi'nin bilime uyguladığı zulme karşı zamanında alınmış bir önlem olarak gördükleri Bağdaşıklık Yasası'nın en hevesli savunucuları arasındaydılar. Ne de olsa Vatikan, Galileo'nun yazılarını hâlâ utanılacak yasak

kitaplar listesinde tutuyordu. (Vatikan bu tutumu 31 Ekim 1992'ye kadar da sürdürecekti!)

17. yüzyıl İngilteresinde din bilime daha az bağlıydı ve bu nedenle de bilimin Tanrı'nın yaratıcılığıyla ilgili değişken düşüncelerine karşı daha hoşgörülüydü. Öte yandan, bilim de dine karşı son derece hoşgörülüydü. Gerçekten de Newton'un çağdaşlarından pek çoğu her iki âlemin de sadık hizmetkârlarıydı.

Tanrıbilimciler olarak Kutsal Kitap'ı okuyor ve birbirlerinin Kutsal Kitap ile ilgili yorumlarının eleştirisini yapıyorlardı. Doğa felsefecileri olarak da, deneyler yapıyor ve yine sonuçlarını en iyi biçimde açıklamaya çalıştıkları teorilerini karşılıklı olarak eleştiriyorlardı. Anglikanlar arasında, bilim ile dinin ayrı kefelerde olduğu söylenebilirdi. Şimdi her ikisi kendi evinde ve birbirlerini etkiledikleri ölçüde iyi geçinmeye, hatta aralarındaki gittikçe büyüyen farklılıkları uzlaştırmaya çalışıyorlardı.

Örneğin, Newton'un çağdaşlarının çoğu, bilimin yasaları ile Kutsal Kitap'taki Tufan öyküsünü bağdaştırmaya çalışıyordu. Bir sonuca varmaları yıllarını alacaktı; uzun ve tartışmalı hesaplamalardan sonra, Büyük Tufan'ın Dünya'nın yakınından geçen bir kuyrukluyıldızın yerde dev yarıklar oluşturup okyanuslardaki büyük miktarda suyun bu yarıklara dolmasını sağlayarak sellere yol açtığı ve bunun MÖ 2349 yılının tam olarak 28 Kasım günü başladığı sonucuna varacaklardı.

Newton da iki konuyla birden ilgileniyordu: Vahiyler Kitabı'ndaki kehanetlerin anlamını araştırmaktan arta kalan zamanlarında da demiri altına dönüştürmeye çalışıyordu. İyi bir astrolog olmasa da, modern kimyanın öncüsü olan simyada oldukça yetkin biri haline geliyordu.

Ancak Newton'un düşüncelerinin yönelimi eski belalısı Robert Hooke'tan aldığı bir mektupla tamamen değişti. Hooke, Newton'dan habersiz, kıskançlıkla ve istemeyerek de olsa, başarılarını uzaktan uzağa takdir etmişti ve şimdi de Newton'dan yeni bir fikirle ilgili görüşlerini almak istiyordu.

Mektupta Hooke, yıllarca Kepler'in oval şekilli yörüngeleri üzerinde kafa yorduğundan söz ediyordu. Sonunda Hooke, bu tür yörüngelere belki de Dünya'dan olan *uzaklığın karesiyle* azalan bir yerçekimi kuvvetinin neden olduğu sonucuna varmıştı.

Hooke bu fikre, Dünya'nın bir tür ışık kaynağı, örneğin bir mum olabileceğini düşünerek vardığını anlatıyordu. Yüzyıl önce Kepler, parlaklığın ışık kaynağından olan *uzaklığın karesiyle* azaldığını keşfetmişti: 2 birim uzaklıkta olan bir mumun parlaklığı dörtte bir, 3 birim uzaklıktaki bir mumun parlaklığı ise dokuzda bir oranında azalıyor ve bu böyle devam ediyordu.

Hooke mektubunda, Dünya'nın çekiminin de tıpkı ışığın parlaklığında olduğu gibi uzaklıkla birlikte azalacağı tahmininde bulunuyordu. "Öyleyse," diyordu Hooke, "çekim her zaman merkeze olan uzaklığın karesiyle ters orantılıdır" -yani, yerçekimi daima Dünya'nın merkezinden olan uzaklığın karesiyle doğru orantılı olarak azalmaktadır.

Newton mektubu okurken yüzünde bir gülümseme belirdi: Kabadayı nihayet gerçeği bulabilmişti. Ama endişelenecek bir şey yoktu. Keşke bu sevimsiz küçük adam düşüncelerinde ne kadar geride kalmış olduğunu bilebilseydi. Newton gerçekten de Hooke'un şimdi yalnızca tahmin edebildiği bu sonuca 14 yıl önce varmıştı.

İlerleyen günlerde -Hooke'un mektubunu önemsiz bulduğu için bir tarafa atmış olsa da- Newton, 1665'te yarım bıraktığı konuları merak etmeye başlamıştı. Bunların içinde en önemli soru şuydu: Yerçekimine sebep olan şey neydi? Büyük fizikçinin üzerine titrediği Yeterli Sebep İlkesi buna bir yanıt istiyordu.

Descartes'ın hortum teorisini bir yana bırakmıştı, çünkü eğer bu teori doğru olsaydı, bahçedeki elma yere *helezon* çizerek düşerdi; Newton aksine cisimlerin yere *dümdüz* düştüğünü gözlemlemişti. Sanki düşen cismin *merkezi* Dünya'nın *merkezine* doğru çekiliyordu.

İşte tam bu noktada Newton'un merak ettiği şey şuydu: Dünya, kendi merkezine doğru küçük bir tanecik boyutuna ge-

tirilirse ve aynı biçimde elma da çekirdeğine doğru küçük bir tanecik boyutuna getirilirse ne olacaktı? Küçük elma taneciği küçük Dünya taneciğine düşecek miydi? Bunun olmaması için bir neden göremiyordu. Hemen ardından kendisini o ünlü denklemine götürecek düşünce beliriverdi.

Herkes Dünya'dan çok daha küçük olduğu için elmanın Dünya'ya düşmesi düşüncesine alışkındı. Ancak, her ikisi de boyutları eşit olacak biçimde küçültüldüğünde, Dünya taneciğinin hareketsiz durup, elma taneciğinin düşeceğine inanmayı sürdürmek akla uygun değildi.

Her iki taneciğin birbirlerine doğru yaklaşacağını düşünmek daha akla yakın ve daha adil görünüyordu. Bir başka deyişle, Dünya'nın çekimi olarak adlandırdığımız şey, yalnızca Dünya'ya özgü bir şey değildi; kütleçekimi *bütün* taneciklerin karşılıklı olarak hissettiği bir çekim kuvvetiydi.

Bu yeni açıklamalar, Newton'un ilk kez gençliğinde ortaya koyduğu kütleçekimi denklemini yok saymamakla birlikte bir parça düzeltilmesinin gerekliliğini gösteriyordu. İlk denklem, Dünya'nın çekiminin tek yanlı bir kuvvet olduğu düşüncesiyle kaleme alınmıştı ve bu nedenle de denklemde sadece Dünya'ya doğru çekilen cismin kütlesi bulunmaktaydı; çekimin karşılıklı bir kuvvet olduğunun farkına varılmasıyla, denklemde cisme doğru çekilen Dünya'nın kütlesinin de bulunması gerektiği ortaya çıkmıştı.

Bu nedenle Newton, cismin kütlesini gösteren m'nin yanı sıra Dünya'nın kütlesini temsil eden M'yi de denkleme ekledi. Böylelikle, denklemin çekimin karşılıklı olduğunu gösteren düzeltilmiş halinde hem cisim hem de Dünya'ya eşit yer verilmişti:

$$\text{DÜNYA'NIN KÜTLEÇEKİMİ KUVVETİ} = \text{sabit} \times M \times m \div d^2$$

Sözlerle ifade etmek gerekirse, Dünya ve kendisine çok yakın olan büyük kütleli cisimler arasındaki çekim kuvveti çok

güçlü ve karşı konulamaz nitelikteydi. Dünya ile çok uzaklardaki küçük cisimler arasındaki çekim kuvveti ise oldukça zayıftı. Kısacası, Dünya ve herhangi bir cisim birbirlerine doğru, şiddeti birbirlerinin merkezleri arasındaki uzaklığa, kütlelerine ve bir sabit sayıya bağlı olan bir kuvvetle çekiliyordu.

İzleyen yıllarda bu sabitin değeri, bilimsel deneylerle oldukça hassas bir biçimde belirlenecekti. Bu sabit, kendisinden ilk kez söz eden insanın anısına "Newton'un kütleçekimi sabiti" olarak adlandırılacak ve *G* harfi ile gösterilecekti. Bu nedenle denklemimiz son şekliyle biraz daha az yer kaplayacaktı;

$$\text{DÜNYA'NIN KÜTLEÇEKİMİ KUVVETİ} = G \times M \times m \div d^2$$

Düşünülebilecek en genel terimlerle Newton'un denklemi iki cisim arasındaki kütleçekimi kuvvetini ifade ediyordu; *m* ve *M* harfleri Ay ile Jüpiter'in ya da bir kuyrukluyıldız ile Güneş'in veya herhangi iki cismin kütlelerini temsil edebilirdi.

Kütleçekimi kuvveti Evren'in *her yerinde bütün* taneciklerin karşılıklı olarak hissettiği bir kuvvetti; kısacası Newton, çekim kuvvetinin her şeyi bir arada tutan yapışkan olduğu sonucuna varmıştı.

Aradan geçen bunca yüzyılın sonunda, Aristoteles'in geniş görüşlü gökler teorisi Newton'un bu dar görüşlü çekim teorisine yenik düşmüştü. Bu yeni bakış açısına göre, Evren iki ayrı âleme ayrılmıyordu; bir tür ilahi krallıkla değil de, dünyevi bir çekim denklemiyle yönetilen yalnızca bir tane Evren vardı.

Evren'de var olmuş, var olan ve var olacak olan şeylerin tümü, Newton'un açıklamalarına göre, her biri bir diğerini aynı anda çeken sonsuz sayıdaki tanecikten oluşuyordu. Tüm bu çekim mücadelesi Yunanlılara bir kozmos (evren) olarak görünmüşse bunun tek nedeni, bu tanecíklerin davranışını açıklayan temel *denklemin* kendisinin de kozmos (düzenli, güzel ve iyi) olmasıydı.

1682 yılında, sanki Newton'un bu önemli buluşunu kutluyormuşcasına, Londra semalarında bir kuyrukluyıldız göründü.

Kuyrukluyıldız, belki Newton'un ona eşlik edecek bir ruh halinde olmamasından, pek parlak değildi.

Aradan bunca yıl geçmesine karşın, bu zeki ve başarılı doğa felsefecisi Kraliyet Derneğin'deki acı deneyiminin etkisinden kurtulmuş değildi. Buluşu onu heyecanlandırmıştı ama yine de eleştirilmekten çekindi. Bu nedenle denklemini yayımlamamaya karar verdi.

Birkaç yıl sonra Newton, artık Kraliyet Derneği'nin sekreteri olan Hooke'tan bir mektup daha aldı. Hooke, Newton'un çekim denklemini duymuştu ve "uzaklığın karesi" teorisini ilk bulanın kendisi olduğu gerçeğini Newton'un da kabul ettiğinden emin olmak istiyordu; bunun kanıtı olarak da ona yıllar önce bu düşüncesini açıklamak üzere yolladığı mektubunu hatırlatıyordu.

Newton çok kızmıştı. Bir meslektaşına yolladığı mektupların birinde bunu şiddetle protesto ederek şunları yazıyordu: "Bu işe atılmamı ona borçlu değilim. O sadece benim diğer çalışmalarımı bırakıp bu konular üzerinde düşünmemi sağlamıştır."

Bu zorba adam yine kendisini sindirmeye çalışıyordu. Ama bu kez işe yaramayacaktı. Tıpkı bir zamanlar Grantham'da öğrenciyken yaptığı gibi cevap verecekti: Bu zalimi bayıltana kadar dövecekti.

Daha sonraki yıllarda, simya ve dinle ilgili çalışmalarını bir tarafa bırakıp, şimdiye kadar gizleyip gömdüğü bütün buluşlarını gün ışığına çıkarmaya başladı. Çocukken tuttuğu notlar da dahil, tüm yazılarını inceleyip, vardığı sonuçları düzeltti ve hesaplamaları da yeniden yaptı.

Newton bütün bu çalışmaların altından tek başına kalkmışsa da, her aşamada Edmund Halley adlı gökbilimciden teşvik görmüştü. Yıllarca süren sonuçsuz çabalarının ardından Halley, Newton'un kütleçekimi denklemini duymaktan fazlasıyla memnun olmuştu; bu denklemden yararlanarak nihayet kuyrukluyıldızların davranışlarına bir anlam verebilmişti.

Tarihi kayıtları yüzlerce saat inceledikten sonra Halley, 1682'deki son kuyrukluyıldızın aslında 1607 yılında Kepler'in

gördüğü kuyrukluyıldızın ta kendisi olduğu ve bu kuyrukluyıldızın daha önce başkalarınca da pek çok kez görüldüğü sonucuna varmıştı. Halley, Newton'un denklemini kullanarak kuyrukluyıldızın gezegen sistemimiz etrafında yörüngede olduğunu, yaklaşık 70 yılda bir Dünya'nın yanından geçtiğini ve 1758 yılında tekrar görüneceğini hesaplamıştı.

Bu inanılması güç bir tahmindi, zira Kepler'den bu yana Güneş merkezli Evren teorisine inanan gökbilimciler, kuyrukluyıldızların düz çizgiler üzerinde hareket ettiğini düşünüyorlardı. Bir kez Dünya'nın yanından geçtikten sonra asla tekrar görünmeyeceğine inanıyorlardı. "Eğer kuyrukluyıldız tahmin ettiğimiz gibi geri dönerse," diyordu gururla Halley, "gelecek kuşaklar bunun ilk kez bir İngiliz tarafından keşfedildiği gerçeğini reddetmeyecektir."

Halley'den aldığı maddi yardımlar ve Kraliyet Derneği'nin de manevi desteğiyle Newton en sonunda, yaşamının neredeyse tamamında uzak durduğu dünyaya bütün bildiklerini söyledi. 1687'de hayatının eserini üç cilt halinde *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Doğa Felsefesinin Matematik İlkeleri) adıyla yayımladı.

Matematik ve deneyle olan sıkı ilişkisi nedeniyle İngiliz meslektaşlarını hayrete düşüren Newton'un bu büyük yapıtı, doğa felsefesini doğa *bilimine* dönüştürmüştü; ancak yine de bir şey eksikti. Bu öksüz ama zeki Woolsthorpe'lu, başyapıtında ışıkla ilgili düşüncelerine yer vermemeye karar vermişti; bu konuyla ilgili düşüncelerini kabadayı Hooke'un ölümüne -ki 1704'e kadar beklemesi gerekecekti- kadar yayımlamayacak ve böylelikle de son sözü söyleme zevkini kendisine ayırmış olacaktı.

Newton'un bilimsel devrimi, iki ayrı âlemli bir Evren fikrine itibar etmeyerek, bir bakıma Platon'un iki bin yıl önce başlattığı ayaklanmayı bastırmıştı. Bir başka açıdan bakıldığında ise, Platon'un "insanlığın, Tanrı'nın işlerine burnunu sokma gibi yersiz korkularını bir yana bırakması"na yönelik arzusunun tam olarak gerçekleşmesini de simgeliyordu.

Platon'un önceden tahmin edemediği şey, bilimin korkularımızı bırakmamıza yardımcı olurken, Tanrılarımızı da bırakmamıza yardımcı olacağıydı. Newton Dünya'nın kütleçekimi kuvvetinin Ay'a ve onun da ötesine uzandığını göstermişti; aslında Dünya'dan ne kadar uzak olursa olsun Evren'de bu çekimin etkisinin hissedilmediği bir yer yoktu.

Bu nedenle, Evren'de Tanrı'nın oturabileceği bozulmamış hiçbir yer yoktu. Kütleçekiminin sonsuza erişebilme özelliğiyle evren anlayışımızda Tanrı'ya yer kalmamıştı. Batı tarihinde ilk kez gökler tümüyle yağmalanmıştı; Tanrı'nın kusursuz varlığı bilimsel teorilerimizden küçük düşürücü bir biçimde çıkarılmıştı.

Din ile bilim arasında Platon'un yaptığı tarihi nişan şimdi tam bir felaketle sonuçlanmıştı; göklerle ilgili araştırmalarımızın sonucunda bilim dinsiz olmuş, din de bilim dışı hale gelmişti. Bu, gerçekten de din ve bilimin yollarının önemli ölçüde ayrılması demekti ve aralarındaki sorunlu evliliğin nihai çöküşünün asıl sorumlusu Newton olmakla birlikte, Newton'un sürpriz bir suç ortağı da vardı.

1688 yılında, Newton'un devrim niteliğindeki yayınından yalnızca aylar sonra, İngilizler, yeni krallarının zamanını doldurduğuna karar vermişlerdi. II. James, II. Charles'ın yerine geçeli yalnızca üç yıl olmuştu, ancak katı Katolikliği ülkesini hemen bir başka iç savaşın eşiğine getirmişti bile.

Bir iç savaşın patlak vermesini önlemek için her mezhep ve inançtan İngiliz politikacılar bir plan yapıp, Hollandalı Oranje Prensi Willem ile eşi II. Mary'yi (II. James'in Protestan olan kızı) gizlice ülkeye soktular. Şimdi sıra, Parlamento'nun II. James'in artık İngiltere'nin kralı olmadığını ilan etmesine gelmişti.

Tahmin edilebileceği gibi, kral buna, ülkeyi tıpkı kendinden önceki krallar gibi Tanrısal bir hakla yönettiğini İngiltere'ye hatırlatarak yanıt verdi. İngiliz halkını yönetmek üzere bizzat Tanrı tarafından atanmıştı ve herhangi bir laik kurumun kendi yetkisini geri almaya kalkışması kutsal değerlere karşı büyük bir saygısızlıktı.

Ancak Willem'in büyük bir orduyla Londra'ya yürüdüğünü gören James hemen toparlanıp ülkeden kaçtı. Bu olay Görkemli Devrim olarak adlandırılmıştı, çünkü o günden sonra, tarihte ilk kez Parlamento İngiltere'nin kral ve kraliçelerini atamak konusunda tartışmasız bir yetkiye sahip olacaktı.

Bu olayla birlikte, Batı dünyası Tanrı'yı evrenbilimden çıkardığı gibi hükümetinden de çıkarmaya başlamıştı. Hem politik hem de bilimsel açıdan dünyevi âlemin etkisi, göksel âlemin yüzyıllık yetkisini alt etmişti: İngiliz halkını veya Newton'un evrenini yönetmek için Tanrı'ya ve temsilcilerine artık gereksinim yoktu.

Devlet kiliseden ayrıldı; bilim dini boşadı. Bütün bu ayrılıklar tarihi ve kalıcı ayrılıklardı. Bundan üç yüzyıl sonra bile modern Batı uygarlığı, bu boşanan çiftin çocuğu olmasının etkilerini taşıyacaktı: Bu uygarlığın insanları, Tanrısız bir bilimsel ve politik dünya ile bilimsiz bir din dünyasında yaşamlarını sürdüreceklerdi. Bunun, Woolsthorpe'tan bir elma ile bir Oranje prensinden geriye kalan önemli bir miras olduğu söylenebilir.

Sondeyiş

1960'lı yıllar ABD için hiçbir şeyin yolunda gitmiyormuş gibi göründüğü yıllardı. Vietnam Savaşı patlak vermiş, liderlere suikastlar düzenlenmiş ve sokaklarda şiddet eylemleri baş göstermişti: Kötümserliğin hâkim olduğu bir dönemdi.

Bu nedenle, 1969'da, pek çok insanın Ay'a gidebilme fikrini imkânsız bulması şaşırtıcı değildi. Bazıları teknik nedenlerden dolayı kuşku duyuyordu: Kendimizi yaklaşık dört yüz bin kilometre uzağa nasıl taşıyabilirdik? Üstelik bu da yetmiyormuş gibi bir de Ay yüzeyine iniş yapıp sağ salim nasıl geriye dönebilirdik?

Diğerleriyse dini nedenlerden dolayı tereddüt içindeydi. Bunlar, Dünya'nın kütleçekimi kuvvetinin etkisinin göksel âleme kadar uzanabileceğini kabul ediyor, ancak dünyalıların bunu asla başaramayacaklarını -ayaklarının kiriyle asla ne Ay'a ne de bir başka gökcismine basamayacaklarını- düşünüyorlardı.

Bu şüphelere rağmen Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin (NASA) önderliğinde ABD adımlarını hızlandırdı. NASA'nın ilk girişimleri, Sovyetlerin Dünya'nın ilk uydusunu fırlatmasının hemen ardından 1957'de başlamıştı ve şimdi de Ay yüzeyine ilk seferin planlanmasına yönelik çalışmalar yapılıyordu.

Politik açıdan NASA, Başkan Kennedy'nin 1961'de yaptığı konuşmaya göre hareket ediyordu: "Bu ülkenin, içinde bulunduğumuz on yıllık dönem bitmeden önce, Ay'a ayak basma amacına erişmek için elinden gelen her şeyi yapması gerektiğine inanıyorum." Amerika Birleşik Devletleri bunu başarması halinde Soğuk Savaş'ta büyük bir zafer kazanacaktı.

Oysa bilimsel açılardan NASA çalışmalarını, bilinmeyeni keşfetmeye yönelik o karşı konulmaz insani dürtüyle yürütüyordu. Evet, uzay dairesi Sovyetlere karşı bir yarış içindeydi, ancak tarihin ilk bilimkurgu çalışması olan *Somnium* (Düş) adlı kitabında ilk kez gökbilimci Johannes Kepler'in dile getirdiği içgüdüsel arzuyu da yerine getirmeye çalışıyordu.

Yazarının ölümünün ardından 1634'te basılan *Somnium* adlı kitapta, büyücü olan annesinin birdenbire ortaya çıkardığı iyi yürekli bir cinden aldığı doğaüstü yardımlarla Ay'a giden bir çocuğun öyküsü anlatılmaktaydı. Bu inanması çok güç hikâye yine de diğer yazarlara Ay'a gitme hayali aşılayacak kadar yaşayabilmişti. Bu yazarlar arasında en dikkat çekeni Jules Verne adındaki bir Fransız'dı.

1865'te, Ay'a Yolculuk adlı romanında Jules Verne, en ince ayrıntılarına kadar Ay'a yolculuğu tasvir ediyordu. Ünlü yazara göre üç adam, bu uzun yolculuğu, Florida'nın Tampa kentinde bulunan yaklaşık 274 metre uzunluğunda, dökme demirden bir toptan atılan dev bir alüminyum merminin içinde yapmışlardı.

Aradan bir yüzyıl geçtikten sonra NASA, Florida'da bulunan Tampa'nın yüz altmış kilometre doğusundaki Cape Canaveral'da, bir fırlatma rampasından ateşlenecek dev bir titanyum mermiye benzeyen uzay aracının içinde üç astronotu Ay'a göndermenin planlarını yapıyordu. Astronotlar bir toptan atılmaya-

caklardı, ama yaklaşık 110 metre yüksekliğindeki sıvı yakıtlı bir füze olan *Satürn V* roketiyle göğe yükseleceklerdi.

Bu yolculuğa bir hazırlık olarak NASA, aralarında Neil Armstrong'un da bulunduğu bir grup astronotu, Ay'a yakından bakmaları için Arizona Flagstaff'taki Lowell Gözlemevi'ne göndermişti. Aslında astronotlar ABD'nin çok sayıdaki gözlemevlerinden herhangi birisine de gönderilebilirlerdi, ancak NASA'nın bu gözlemevini seçmesinin özel bir anlamı vardı.

Bu gözlemevi, varlıklı ve tuhaf bir insan olan Percival Lowell tarafından Mars'ta yaşam olup olmadığını araştırmak için 1894 yılında kurulmuştu. Hiçbir zaman "küçük yeşil yaratıkları" gözlemleyememiş olmakla beraber, kurmuş olduğu bu gözlemevi, Güneş sistemi incelemelerinde ülkenin en saygın gözlemevlerinden biri haline gelmişti.

Lowell gözlemevinin ilk açıldığı günlerde insanlar Güneş sisteminde (Dünya da dahil) yedi gezegen bulunduğuna inanıyorlardı. Kopernik döneminde bilinen beş gezegenin dışında, daha sonraki yıllarda gökbilimciler iki gezegen daha (Uranüs ve Neptün) keşfetmişti.

Daha sonra gökbilimciler, Uranüs'ün yörüngesinin Kepler yasalarında öngörüldüğü gibi tam bir oval şekle sahip olmadığını fark ettiler. Bu durum, Lowell da dahil pek çok gökbilimciyi, yörüngedeki bu sapmaların henüz keşfedilmemiş yakındaki bir gezegenin çekiminden kaynaklanabileceğini düşünmeye yöneltti.

Elinde sadece Newton'un kütleçekimi denklemi ile yeni teleskobu olan Lowell, var olduğu düşünülen bu gezegenin olası konumunu tahmin etmişti. Her ne kadar Lowell bunu görecek kadar yaşamamışsa da, asistanı Clyde Tombaugh, 1930 yılında gezegeni Lowell'ın tahmin ettiği yerden sadece altı derece kadar ötede gözlemlemeyi başarmıştı. Gökbilimciler bu yeni gezegene Plüton adını verdiler.

1969'da ise, Newton'un denklemi, astronotların Ay'a gönderilmesinde yine aynı derecede önemli bir rol oynamaya hazırlanıyordu. Aslında NASA görevinde başarılı olursa, bu yalnızca

Newton'un bize yolumuzu bulmamız için verdiği matematiksel destek sayesinde olacaktı.

Yaptıkları uzun çalışmaların sonucunda gökbilimciler Newton'un denklemini kullanarak Ay'ın yörüngesini o kadar hassas bir biçimde hesaplamışlardı ki, NASA mühendisleri artık hedefleri olan Ay'ın herhangi bir anda tam olarak nerede bulunacağını kesin olarak bilebiliyorlardı. Dahası, Ay'a doğru gidildikçe Dünya'nın çekiminin hangi oranda azalacağını hesaplayan NASA, bu iş için gereken roketin büyüklüğünü bile belirleyebilmişti -roketin uzunluğunun Özgürlük Anıtı'nın iki katı kadar olması gerektiği ortaya çıkmıştı!

Ayrıca rokete yüzde beşlik fazladan bir itiş sağlamak için NASA, fırlatma yeri olarak Cape Canaveral'ı seçmişti. Burası ekvatora yakın oluşu yüzünden, ülkenin Dünya'nın kendi etrafındaki dönüşünün en çok hissedildiği bölgesiydi; yani ekvator, Dünya'nın eksenine en uzak bölge olduğundan burada cisimler en büyük merkezkaç kuvvetiyle hareket ediyordu. Bu nedenle, Cape Canaveral'dan fırlatılan bir roket, sanki hızla dönen bir atlıkarıncanın kenarından fırlıyormuş gibi oluyordu.

Dünya'nın sağladığı bu itme gücünden tam olarak yararlanmak amacıyla NASA, roketlerini genellikle Dünya'nın döndüğü yön olan doğuya doğru fırlatmayı tercih ediyordu. Bunu güvenli bir biçimde gerçekleştirebiliyordu, çünkü Cape Canaveral'ın hemen doğusunda sadece Atlantik Okyanusu ve az nüfuslu birkaç ada bulunuyordu.

Başkan Kennedy'nin konuşmasını dinlediklerinde mühendisler bunun sadece bir roketi Ay'a doğru hedefleyip fırlatmak kadar basit olmadığını anlamışlardı. Bu nedenle NASA, Ay'a gidiş için en iyi rotayı hesaplamak üzere 1969 yılında Houston, Teksas'taki Görev Kontrol Merkezi'nde Görev Planlama ve Analiz Dairesi'ni kurdu. Bu dairede bin kadar bilim adamı ve mühendis görev yapıyordu.

Görevleri gerçekten de zordu, çünkü bu yalnızca iki cisme değil, üç cisme de -Dünya, Ay ve uzay gemisi- aynı anda New-

ton denkleminin uygulanmasını gerektiren karmaşık bir işti. Bilim adamlarının *üç-cisimli problem* olarak adlandırdıkları problem işte buydu: Uzay aracı hızla yol alırken, Dünya ile Ay'dan olan uzaklığı da sürekli olarak değişecekti; sonuç olarak uzay aracı ile Ay ve Dünya arasındaki çekim kuvvetleri de buna bağlı olarak sürekli değişecekti.

Bütün bunların dikkate alınması ve birbirini çeken bu üç cismin net etkisinin tahmin edilerek, tam olarak hesaplanması imkânsız bir işlemdi. Newton'un denkleminin bu üç-cisimli probleme uygulanmasıyla yapılabilecek en iyi şey, problemin sonucunun yaklaşık olarak bulunmasıydı ve bu da ancak bilgisayarlar yardımıyla yapılabilmişti.

NASA, Görev Planlama ve Analiz Dairesi mühendislerine yapacakları işin karmaşıklığına uygun, modern teknoloji ürünü IBM bilgisayarları vermişti. Mühendisler, Görev Kontrol Merkezi binasının birinci katını tamamen doldurmuş; birkaç yıl günün 24 saati, haftanın 7 günü ve yılın 52 haftası çalışmış ve NASA'nın ilk Ay'a iniş denemesinin hemen öncesinde oraya ulaşmanın en güvenli ve en ucuz yolunu hesaplamışlardı.

Astronotlar Ay'a, sekiz rakamına benzeyen bir rota üzerinde gidip döneceklerdi; bir başka rotanın ya daha tehlikeli olacağı ya da daha fazla roket yakıtı gerektireceği anlaşılmıştı. Dahası, sekize benzer bu tür düzgün ve basit bir rotayı takip eden astronotlar, son andaki bir aksilik nedeniyle inişten vazgeçme gibi bir durumla karşılaşsalar bile, Ay'ın etrafında dolanıp Dünya'ya sağ salim dönebileceklerdi. Bu tür bir acil durum karşısında, Newton'un denklemi dönüş için yakıta ihtiyaç olmayacağını, çünkü Ay'ın çekim kuvvetinin uzay aracını Ay etrafında dolandırıp, onu bir sapan gibi, sekiz şeklindeki yörüngenin dönüş bacağına otomatik olarak fırlatacağını öngörüyordu.

16 Temmuz sabahı NASA mühendisleri, olaya kuşkuyla bakanların yanıldıklarını göstermek için gerekli olduğunu düşündükleri her şeyi tamamlamışlardı. Yaptıkları hesaplamaların tümüne güveniyorlardı; yine de o önemli an geldiğinde, üç astro-

not arkalarında alevler ve büyük bir duman bırakarak göğe doğru yükselirken heyecandan nefeslerini tutmuşlardı.

Dev roket, türümüz ortaya çıktığından bu yana bizi bu Dünya'ya tutsak eden yenilmesi güç yerçekimi kuvvetine karşı mücadele vererek yavaş yavaş yükseliyordu. Roket ardında dumanlarla göğü inleterek yoluna devam ederken bir mermi gibi dönmeye başlamıştı; uzun yıllar önce bilim adamları, hızla hareket eden bir cisme bir de kendi ekseninde dönme hareketi verilirse bunun, cismin rotasından çıkmasına engel olduğunu (dönen bir topacın dik durmasının nedeni de buydu) fark etmişlerdi.

Neil Armstrong, Buzz Aldrin ve Michael Collins adındaki üç astronot önce saatte 40.000 kilometrelik bir hızla Ay'a doğru yol aldı, ki bu hız Dünya'dan tam olarak kurtulmak için gereken başlangıç hızıydı. Günlerce tıpkı bir yokuşu çıkar gibi Dünya'nın çekimine karşı mücadele verdiler. Ancak yolun üçte ikisine, yani Dünya'dan 305.000 kilometre uzağa vardıklarında uzay aracı sanki bir yokuştan aşağı iniyormuşçasına hızlanmaya başlamıştı: Astronotlar Ay'ın çekim kuvvetinin Dünya'nın çekim kuvvetinden daha büyük olduğu bir noktaya ulaşmışlardı.

20 Temmuz günü, Houston saatiyle 15:18'de, 600 milyonu aşkın insan Ay aracının Ay'ın kayalarla dolu *Sessizlik Denizi*'ne ağır ağır inişini izlerken, NASA mühendisleri de derin bir soluk almışlardı: *Somnium* (Düş) gerçek olmuştu. Kısa bir süre sonra Dünya, Neil Armstrong'un Ay'a ilk adımını atışını izliyordu. Aynı NASA mühendisleri bu kez sevinç çığlıkları atıyordu; Armstrong'un ağzından şu sözcükler dökülüyordu: "Bir insan için küçük bir adım, insanlık için dev bir sıçrama."

Yaşıyor olsaydı, hiç kuşkusuz Newton da denkleminden böylesine gösterişli bir biçimde yararlanan bilim adamlarıyla birlikte sevinç çığlıkları atıyor olacaktı. Bu, tarihi bir denklemin mümkün kıldığı tarihi bir andı.

Dahası bu, uzun zamandır hasretini çektiği aile sevgisini yaşamının son yıllarında keşfeden Woolsthorpe'lu öksüz çocuğa ölümünden sonra verilmiş, hak ettiği bir şeref payesiydi. Evren-

sel kütleçekimi denklemini keşfetmesinin ardından Newton, Kraliyet Derneği'nin başkanlığına seçildi, Parlamento üyeliğine atandı ve İngiltere'nin son göksel hükümdarı olan II. James'in kızı Kraliçe Anne'ın elinden şövalyelik unvanı aldı.

O dönemde Sir Isaac Newton, aristokrasiyle yatıp kalkıyor ve Londra'daki lüks dairesinde yüksek sosyeteden konuklar ağırlıyordu. Hiç evlenmemişti. Catherine Barton adındaki yeğeni ev sahibeliği görevini üstlenmişti. Catherine'in güzelliği ve zekâsı büyük Fransız düşünürü ve yazarı François Marie Voltaire'i bile büyülemişti. Birkaç istisna dışında bütün dünya Newton'un ailesi olmuştu. Robert Hooke'u gömdükten sonra Newton, sonsuz küçükler hesabını kendisinin keşfettiğini iddia eden Gottfried Wilhelm Leibniz adlı Alman matematikçiyle acımasız bir çatışmaya girişti.

O dönemde Newton, en ünlü denklemi ve onun insanı şaşırtan sonuçları üzerinde iyice düşünmüş ve şu itirafta bulunmuştu: "Göksel olguları kütleçekimi kuvvetiyle açıkladık, ancak bu kuvvetin nedenini belirlemedik."

En sonunda, bütün bunların sorumlusunun Tanrı olduğu konusunda ısrar ediyor ve şunları söylüyordu: "Güneş, gezegenler ve kuyrukluyıldızlardan oluşan bu en güzel sistem, ancak zeki ve güçlü bir varlığın bilgisi ve hâkimiyetiyle işleyişini sürdürebilir."

Newton, Aristoteles'in Tanrı'yı Dünya'dan ayrı bir göksel âlemle sınırlandıran düşüncesinde hatalı olduğu sonucuna varmıştı. Aristoteles'in bu düşüncesi, Newton'un genç çağdaşlarının, bu mükemmel göksel âlemin kütleçekimiyle bozulması nedeniyle Tanrı'nın Evren'den dışlandığını düşünmeleri kadar hatalıydı.

Tam tersine Yaratan, küçük bir elma ve Dünya da dahil, yaratmış olduğu her şeyde daima var olmuştu, vardı ve var olacaktı. Gittikçe yaşlanan ünlü doğa felsefecisi heyecanla şunları söylüyordu: "O ölümsüz ve sonsuzdur; her şeye gücü yeter ve her şeyi bilir. Ebedi ve ezelidir. Varlığı sonsuzdan sonsuza uzanır."

Newton, 20 Mart 1727 tarihinde sabahın erken saatlerinde öldü ve I. William'dan sonra gelen neredeyse tüm hükümdarların taç giydiği ve yalnızca çok çok ünlü kişilerin defnedildiği Westminster Manastırı'na gömüldü. Tabutunu soylular taşımıştı: Üç dük, iki kont ve Lortlar Kamarası Başkanı tabutu taşıyanlar arasındaydı.

Bu denli büyük bir saygı gösterilen ilk bilim adamı olma ayrıcalığına erişmişti. Ancak yine de bununla övünecek kadar yaşamış olsaydı, kesinlikle övünmezdi. Newton, dünyanın kendisine gösterdiği büyük sevgi ve saygı sayesinde, dünyadaki tüm kabadayıların layık oldukları yere konduğunu görmekten memnun olarak hayata gözlerini yummuştu. Bu sevgi ve saygı onun alçakgönüllü biri olmasını sağlamıştı. Bir keresinde, "Daha uzağı görebilmişsem bu, devlerin omuzları üzerinde durmam sayesindedir." demişti.

Ne mutlu bize ki, Newton bizi de yanına almıştı. Keşfettiği o harikulade denklemiyle bizi kendi omuzlarına çıkarmıştı ve 1969'da Neil Armstrong göksel âlemde dolaşırken gördüklerimiz ve hissettiklerimiz karşısında hayretler içinde kalmıştık.

Sonu kaygı verici olsa da bu, görkemli ve Tanrısal bir tecrübeydi. Gökleri fethetmiştik, ancak Evren'in engin boşluğuna doğrudan tanık olduğumuzda, kendimizi insanlık tarihinde o güne değin hiç görülmemiş bir çaresizlik ve yalnızlık içinde bulmuştuk.

$$P + \rho \times \frac{1}{2} v^2 = \text{SABİT}$$

Kayadan Daha Karmaşık, İnsan Yaşamından Daha Basit

Daniel Bernoulli ve Hidrodinamik Basınç Yasası

Kader, en geniş hayal gücüne sahip romancıdan daha fazla kaynağa sahiptir.

Frank Frankfort Moore

Posta güvercini evlerin üzerinde uçarken, otuz dört yaşındaki Daniel Bernoulli durup izledi. Uçmak harika olmalı, diye düşündü: Bir kuş bir yerden bir yere ne kadar da hızlı gidebiliyordu. Kısa bir süre önce atlı arabayla Rusya'dan evine dönerken yaptığı yolculuk tamı tamına iki ay sürmüştü.

Eğilip gelen mektupları toplamaya başladı. Paris'ten gelen mektubu fark edince Bernoulli'nin kalp atışları hızlandı; hiç kuşkusuz bu, yarışma sonuçlarını bildiren mektup olmalıydı. Öte yandan, tuhaf olan mektubun hem kendisine hem de babası Johann'a yazılmış olmasıydı. Her ikisi de yarışmaya girmiş, ama farklı çalışmalar sunmuşlardı.

Fransız Bilimler Akademisi her yıl çözülmek üzere ortaya önemli bir bilimsel problem atardı. Bu yarışma türünün tek ör-

neği olmamakla birlikte -pek çok Avrupa ülkesindeki bilimsel kuruluşlar da aynı şeyi yapıyordu- dünyadaki en eski ve en saygın yarışmalardan biriydi. Bu yarışmaya, akademinin kral XIV. Louis tarafından 1666'da kurulmasıyla birlikte, 68 yıl boyunca, mühendisler, matematikçiler ve halktan kimseler birincilikle gelen para ve saygınlığı elde etmek için katılmışlardı.

O güne kadar genç Bernoulli yarışmaya toplam dört kez katılmış ve bir kez de kazanmıştı. Matematiğe doğuştan yatkındı, ama özellikle akışkanlarla ilgili problemlerle uğraşmaktan zevk alıyordu. Bilimsel açıdan bakıldığında, akışkanlar sadece bütün sıvıları içermekle kalmıyor, aynı zamanda gazları ve tam olarak katı sayılamayacak diğer yumuşak maddeleri de kapsıyordu.

İnsanı uğraştıracak kadar karmaşık, ancak incelendiğinde anlaşılabilecek kadar da basit olan akışkanlar Bernoulli'nin içindeki matematikçiyi çok etkilemişti. Dahası, akışkanlar günlük yaşamla o kadar iç içeydiler ki davranışlarını incelemek yararlı ve uygun bir çaba olacaktı ve bunu yapmanın da artık zamanı gelmiş görünüyordu.

17. yüzyılda Isaac Newton *katıların* davranışlarını başarıyla açıklamıştı. 19. yüzyılda ise bilim adamları *insanların* davranışlarını düzenleyen psikoloji, evrim ve genetik yasalarını keşfedeceklerdi. Bu iki yüzyıl arasında ise Bernoulli'nin yüzyılı, bir kaya ile insan arasında bir yerlerde duran akışkanların yüzyılı yer alıyordu.

Bernoulli her zaman, akışkanların hareketini belirleyen yasaları keşfeden ilk kişi olarak, kendi döneminin Newton'u olmayı hayal etmişti. İşte, yıllarca Fransız Bilimler Akademisi'nin akışkanlarla ilgili bir problemi içeren yarışması olduğunda katılmayı amaç edinmesinin nedeni buydu. Bu, alıştırma yapmak ve yaşından beklenmeyecek yeteneklerini ortaya koyup göstermek için eşi bulunmaz bir fırsattı.

Zarfı yırtıp açarken derin bir soluk aldı: Rusya Bilimler Akademisi'nde geçirdiği sekiz yılın ardından Basel'e henüz dönmüş-

tü. Çalışması bu yılın birincisi ilan edilmişse, bu onun için çok güzel bir hoşgeldin hediyesi olacaktı.

Bernoulli mektubu zarfın içinden çıkarıp okudu. Tahmin ettiği gibi mektup bu yılki yarışmanın sonuçlarını bildiriyordu, ancak gördüğü şey üzerine Bernoulli'nin ağzı açık kaldı.

Genç adam, o gün tüm öğleden sonrasını babasının eve gelmesini dört gözle bekleyerek geçirdi. Ünlü Profesör Johann Bernoulli'nin çalışırken kendisini rahatsız etme cesaretini gösterenlere genellikle çok kızdığını bilen Bernoulli, onu üniversitede rahatsız etmemeye karar vermişti.

O akşam babası eve geldiğinde genç Bernoulli onu mektupla karşıladı ve içinde ne yazdığına dair tek bir kelime bile söylemedi. Aksi görünüşlü profesör alaycı bir ifadeyle mektubu aldı ve Akademi'nin bu yılki birincilik ödülünü hem babaya *hem de* oğluna vermeyi kararlaştırdığını kendi gözleriyle okudu.

Heyecanını daha fazla tutamayan genç Bernoulli, babasıyla sevinç içinde hemen kucaklaşmayı istiyordu; ancak böyle olmadı. Birkaç saniye içinde genç Bernoulli yolunda gitmeyen bir şeyler olduğunu sezinledi.

Babasının tepkisi sevinç çığlıkları atmak yerine kederli bir sessizlik olmuştu. Daha da kötüsü, babası mektubu okuyup, bitirdikten sonra elinde buruşturmuş ve korkunç ithamların seline kapılarak öfkeyle Bernoulli'ye bakmıştı.

Bernoulli önce şaşkınlıktan öylece donup kaldı. Ancak daha sonra, olayların neden böyle kötü bir hale dönüştüğünü anlamaya başladı.

Yıllar önce, oğlunu matematikle tanıştıran ve ona ödül kazanan çalışmalarının ardında yatan temel düşünce ve yöntemlerin pek çoğunu öğreten baba Bernoulli, şimdi oğlunun kendisiyle denk tutulmasına kızmıştı. Usta ile çırağı birbirinden ayırmadığı için Akademi'yi kınıyor ve kendisine hak ettiği saygıyı göstermediği için de oğlunu küçümsüyordu.

Babasının kızgınlığı arttıkça Bernoulli de öfkelenmeye başladı. Evden uzak kaldığı sekiz yıl boyunca babasının kendisine

öğretmiş olduğu düşünce ve yöntemleri uygulayıp olgunlaştırmakla kalmamış, bunları kimsenin yardımı olmaksızın kendi başına geliştirmeyi de başarmıştı.

Bu, babasından tarım makinelerinin nasıl kullanılacağını öğrenip sonra da kendi başına kendi tarlasını sürüp ekınesi gibiydi. Şimdi ise, doğrusu, kendi emek ve becerisinin semeresini topluyordu. Dahası, genç adam *kendi* çalışmasının babasınınkinden daha iyi olduğunu küstahça haykırmaya başlamıştı.

Gece olup şehre sessizlik hâkim olmaya başladığında, Bernoullilerin evinden gelen tatsız sesler gittikçe yükseliyordu. İçlerinde eskiden beri saklayageldikleri sıkıntılarını dışa vurma fırsatını yakalayan iki adam birbirine bağırıp duruyordu. Üzücü kavgaları doruğa ulaştığında, Akademi ödülü ile ilgili olarak çıkan tartışma yerini çoktan saygısız evlat ve kıskanç baba suçlamalarına bırakmıştı.

Sonunda baba Bernoulli, böylesine kötü ahlaklı birisiyle yaşayamayacağını haykırarak, nankör oğlundan evi terk etmesini istedi. Gittikçe artan gerilimin ortasında genç Bernoulli, olayın bu noktaya gelmesinden endişe etmişti ve evden kovulduğunu işitince babasına söylediği şeylerin çoğundan pişmanlık duydu.

Genç Bernoulli seçkin matematikçilerin yetiştiği bir aileden gelmiş olmaktan her zaman gurur duymuştu. Yaşayan *en* ünlü matematikçi olduğu iddia edilen bir adamın oğlu ve benzer bir üne sahip bir başka matematikçinin de yeğeniydi. Aslında Bernoulliler son elli yıldır matematiğe hükmediyordu. Bu, daha önce benzeri hiç görülmemiş ve belki de bir daha hiç görülmeyecek bir sülaleydi.

Bernoulli, bu eski ve büyük soyağacıyla arasındaki bağın birdenbire kesilmesinden üzgündü; köklerinden belki de sonsuza dek koparılmaktan korkuyordu. Yine de, uzun zamandır takdir ettiği şimdi ise güvenmediği bir adamla aynı çatı altında kalamayacak ya da ondan özür dileyemeyecek kadar öfkeliydi.

Eşyalarını toplaması bir saatten az bir zamanını almıştı. Kapıdan çıkarken durup arkasına baktı. Burada doğmuştu ve bu

evi özleyecekti... ve doğrusunu söylemek gerekirse, akışkanlara ilişkin en son teorilerle ilgili olarak babasıyla yaptığı ateşli konuşmaları da özleyecekti.

İnsanlarla uğraşmaktansa akışkanlarla uğraşmak Bernoulli'ye hiç bu kadar çekici gelmemişti. Akışkanların nasıl davranacağının önceden bilinebileceği konusunda en azından bir umut vardı. İnsanların davranışlarına ise akıl erdirmek olası görünmüyordu; örneğin, diye düşünüyordu Bernoulli omuz silkerek, o gün babasıyla arasında geçen olayları önceden kim tahmin edebilirdi ki?

Genç adam soğuk sonbahar karanlığına doğru adım atarken geceyi nerede geçireceğini bilmiyordu. Ne yazık ki bu, Bernoulli için kaderindeki sürekli ve trajik düşüşün sadece başlangıcıydı; ama yine de bütünüyle bir yıkımla sonuçlanmayacaktı.

Zamanı geldiğinde genç matematikçi uçuşun gizemini çözecek sihirli bir denkleme ulaşacaktı. Bunun sonucunda bilimsel şöhreti hızla yükselecek ... ve aynı biçimde insanoğlunun aklı, bedeni, ve ruhu da yükselecekti.

Veni

Kendilerinden hemen önceki ortaçağ filozoflarının tersine, Rönesans filozofları etraflarında gördükleri veya işittikleri anlaşılması güç olgular karşısında doğaüstü açıklamalara başvurmuyorlardı. Bunun yerine, doğada var olan her gizem için *dünyevi* bir açıklamanın var olduğu biçimindeki eski Yunan düşüncesini yavaş yavaş yeniden benimsiyorlardı.

Gerçekten de Rönesans bilginleri, doğanın mantıklı kurallarını kullanarak geleceği *önceden* bilebileceklerini söyleyecek kadar ileri gittiler. Örneğin 16. yüzyıl gökbilimcileri gökcisimlerinin uyduğu bilimsel yasaları bilirlerse, bir gezegenin yörüngesini kolayca tahmin edebileceklerini iddia ediyorlardı.

Astrologlar da bir *insanın* kaderini önceden tahmin edebilecek kabiliyette olduklarını iddia ediyorlardı, ancak bunların mistik yöntemleri -güvenilir gökbilimsel gözlemlere dayansa

da- bilim çevrelerinde kuşkuyla karşılanıyordu. Bilginler, insan doğasının gerçek bilimsel yasalarını keşfederek günün birinde insan davranışlarını önceden tahmin edebileceklerini ileri sürüyorlardı.

Ancak 17. yüzyıla girildiğinde bilim, cesaret isteyen bu hedefini gerçekleştirmek konusunda hem umut verici hem de umutsuzluğa düşürücü nedenlerle karşılaştı. Bir yandan, Isaac Newton'un nesnelerin davranışlarına ilişkin hayranlık uyandıran buluşlarını yayımladığı 1687 yılında, *canlıların* davranışlarıyla ilgili benzeri buluşların da kısa sürede yapılacağına kesin gözüyle bakılıyordu.

Öte yandan Avrupa'nın önde gelen ailelerinden biri olan Bernoullilerin renkli hikâyesi bilimin bu büyük tutkusu için iyiye işaret değildi. Gerçekten de Bernoulliler, insanların davranışlarının belirli bazı yollardan önceden tahmin edilebilir olmasına karşın, kaderlerinin tamamının bilimsel olarak tahmin edilebileceğini ummanın tam bir çılgınlık olduğunu kanıtlıyor gibiydi.

Bernoullilerin sıradışı ve kavgalı-gürültülü öyküleri büyük Jakob'un İsviçre'nin Basel kentine kaçtığı 1622 yılında başlamıştı. Jakob Belçika'da doğmuştu ve Katolik çoğunluğun acımasız zulmü altında yaşayan bağnaz bir Fransız Protestanıydı.

Basel kenti dini hoşgörüsüyle tüm dünyaca ünlenmişti; öyle ki Fransız Protestanlarının ruhani lideri John Calvin de 16. yüzyılın fırtınalı dinsel devriminin ardından anayurdu olan Fransa'dan Basel'e göç etmişti. Kendinden önceki Martin Luther gibi Calvin de, Tanrı'nın yazdığı kadere ve hepimizin önceden belirlenmiş rolümüzü oynadığımıza inanıyordu.

Bu nedenle, Jakob Bernoulli'ye göre Basel'de zenginleşmesi, üç kez evlenmesi ve yalnızca tek çocuk sahibi olması kendi *kaderiydi.* Yaşamının sonuna doğru saygıdeğer yaşlı adam daha fazla evlada sahip olmamaktan pişmanlık duymuştu. Ancak endişelenmesi gereksizdi; tek oğlu Nikolaus, yetenekli olduğu kadar fırtınalı da olan olağandışı bir hanedanlığın babası olacaktı.

Evlendikten sonra Nikolaus ve karısının tam bir düzine çocuğu olacaktı ve bunların yalnızca dördü ergenlik dönemine kadar yaşayabilecekti. Bu dört çocuktan ikisi -1654'te doğan Jakob ile 1667'de doğan Johann- babaları başlangıçta tahmin etmemişse de dünya çapında birer matematikçi olacaktı.

Çocuklar daha küçükken baba Nikolaus, Jakob'un derin düşüncelere dalışına bakarak, bir dinbilimci olacağını ve Johann'ın da tutumlu ve kanaatkâr yapısına bakarak bir tüccar olacağını düşünüyordu. Sonuçta bu düşüncelerinin de etkisiyle, inançlı bir Fransız Protestanı olan baba Nikolaus, oğullarından yaşamlarında önceden belirlenmiş olan rollerini oynamaya hazırlanmalarını istedi.

Babasına itaat ediyormuş gibi yapan Jakob, Basel Üniversitesi'nde felsefe alanında bir yüksek lisans diploması ve dinbilimi alanında da bir lisans diploması almak için harekete geçmişti. Ancak gizliden gizliye de gerçek aşkı fizik ve matematik alanındaki çalışmalarını sürdürüyordu. Günlüğünde, "Babamın isteğinin tersine, yıldızları inceliyorum." diye itiraf ediyordu.

Jakob'dan on üç yaş daha genç olan Johann ise itaatli davranıyordu. Johann ailenin kâr getiren baharat ve ilaç dükkânında çıraklık yapmayı kabul etmişti, ancak sonuçta bu işi o kadar kötü yaptı ki, bu durumdan artık bıkan babası başlangıçtaki önsezisinden vazgeçmek zorunda kaldı.

Tanrı'nın planı Nikolaus'a şimdi daha da açık görünüyordu: Bütün bunlar Johann'ın doktor olacağı anlamına geliyordu. Doktorluk da aile işiyle ilgili bir meslekti ve güzel bir yaşam sağlayacaktı.

Babasını dinleyen on altı yaşındaki Johann, Basel Üniversitesi'ne girdi ve doktorluk diplomasını aldı. Ancak bu süre içinde ağabeyi Jakob ile sayıların dilini öğrenmek için gizlice işbirliği yapmıştı. Genç Johann günlüğüne "Şimdi artık, özel bir zevk duyduğum matematiğe döndüm." diye yazmıştı.

Johann'ın matematiğe bu gizli dönüşü, tesadüfen Alman matematikçi Gottfried Wilhelm Leibniz'in sonsuz küçükler hesabı-

nı keşfettiğini ilan eden, dönüm noktası niteliğindeki yazısını yayımladığı döneme rastlıyordu. Bu, İngiliz Isaac Newton tarafından da -henüz yayımlanmamış olsa da- bağımsız olarak geliştirilen devrim niteliğinde yeni bir tür matematikti.

Leibniz'in 1684'te basılan makalesi, dünyadaki çok az insan tarafından tam olarak anlaşılabildiğinden, içerdiği önemli sonuçlar hemen ortaya çıkmamıştı. Leibniz kibirli bir yapıya sahipti ve diğer insanlardan çok daha akıllı biri olduğunu göstermek için de, buluşunu anlaşılabilir bir biçimde açıklamaya pek fazla çaba göstermemişti.

Bernoulli kardeşler de, azimli uğraşılarına rağmen, Leibniz'in makalesinden pek bir şey anlayamamışlardı. Hatta büyük matematikçiye bir mektup yazıp bu konuda kendisinden yardım istemiş ama herhangi bir yanıt alamamışlardı.

Jakob'un bir gün, sanki bir mucize olmuş gibi, her şeyi birdenbire anlamaya başladığı güne kadar, cesaretlerini yitirmemişlerdi. Daha sonra Jakob, Leibniz'in büyük başarısının anlaşılması zor ayrıntılarını Johann ile birlikte keşfetti.

Jakob, her şeyin "sonsuz küçük" diye adlandırılan ve herhangi bir karmaşıklığı olmayacak kadar sonsuz derecede küçük bir zerreye bağlı olduğunu söylüyordu: Bu, Vermeer'in rengârenk başyapıtlarından birinin üzerinde düşünülebilecek en küçük boya noktasından bile daha küçüktü.

Düşünürlerin yıllardır istedikleri kristal küre işte buydu. Karmaşık işlemleri sonsuz derecede küçük ve basit parçalara ayıran Leibniz'in hesabı, bilime tahmin edilemeyeni -hatta belki de insan davranışlarını da- tahmin etmek için bir yöntem sunuyordu.

Leibniz'e göre, sonsuz küçükler hesabını kullanarak, tahmin edilmesi imkânsız gibi görünen, bir piyango talihlisinin belirlenmesi işlemi (ister zar atma, ister kura çekme yoluyla olsun) her biri kolayca tahmin edilebilir bir dizi sonsuz derecede basit olaya matematiksel olarak bölünebiliyordu. Sonuçta, bu sonsuz küçük olayların neticeleri toplanarak, ana olayın tamamının sonucunun tahmin edilmesi mümkündü.

Leibniz'in yeni matematiği, Bernoulli kardeşlerin aldığı Kalvinist eğitim için çok cazipti, çünkü bu onların kadere olan inançlarını doğrular görünüyordu. Eğer Tanrı insanların geleceklerinin ne olacağını önceden biliyorsa, bu durumda sonsuz küçükler hesabı Tanrı'nın aklını okumak için kullanabilecekleri bir yöntemdi.

Üç yıl boyunca, Jakob ve Johann, bu yeni ve harikulade matematiği daha iyi kavrayabilmek için heyecanla ve gizlice çalışmaya devam ettiler. Daha sonra, Leibniz'den gelen gecikmiş cevap mektubu onlar için sürpriz oldu. Eskiden genç bir dinbilimci ve tüccar olan Jakob hemen Leibniz'e bir mektup yazarak ona, kaydettikleri gelişmeleri heyecanla aktardı. O günden itibaren, sonsuz küçükler hesabını keşfedenlerden biriyle düzenli olarak yazışmanın çok özel ayrıcalığını yaşadılar.

Babalarının yalanlarını öğrendiği gün ise, onlar için hiç de güzel bir gün değildi: Nikolaus Bernoulli onlardan hemen iyi ücretli işler bulmalarını istedi. Artık ne tür iş bulacakları umurunda değildi, ama bundan böyle para getirmeyen *matematik* gibi bir uğraşla ilgilensinler diye onları paraca desteklemeyi de kesinlikle düşünmüyordu.

Bundan kısa bir süre sonra, babasının şiddetle karşı çıkmasına rağmen Jakob, Basel Üniversitesi'nde matematik öğretmeni olarak işe başladı; ilerleyen yıllarda burada sonsuz küçükler hesabını kimyadan gökbilimine, mühendislikten ekonomiye kadar bilimin her alanındaki karmaşık problemleri çözmek için kullanmadaki başarısıyla ün kazandı. Yine de kendini yavaş ve sistemli düşünen biri olarak görüyordu -tıpkı Aisopos'un ünlü fablındaki kaplumbağa gibi.

Oysa küçük kardeşi Johann, hem zeki hem de çabuk öğrenen bir matematik dehası olarak öyküdeki tavşanı andırıyordu. 1691 yılında Johann, aralarında Fransa'nın sayılar konusundaki en yetenekli adamı olan Marki Guillaume de l'Hospital'in de bulunduğu Fransız matematikçilere sonsuz küçükler hesabı konusunda özel ders vermek için Paris'e kadar gitmişti.

Marki: "300 pound karşılığında bana istediğim konuda çalışmak üzere birkaç saatinizi ayırın ve kimseye değil sadece bana, yaptığınız keşifleri anlatın." diyerek Johann'a öneride bulunmuştu. Bu son istek Johann'ı kaygılandırmış, ancak yine de kabul etmişti: Parayı istiyordu ve ayrıca Marki de saygıdeğer bir insan izlenimi veriyordu.

Fransa'da bulunduğu süre içinde Johann, sonsuz küçükler hesabını ilk keşfedenin Alman Leibniz değil, İngiliz Isaac Newton olduğuna dair gittikçe artan suçlamalara karşı en etkili ve en şiddetli savunmayı yapan kişi oldu ve bu yeni matematiğin adeta havarisi haline geldi. Sonunda hararetli genç Johann veryansın etmeye başladı, zira Newton, sonsuz küçükler hesabı konusunda kendi makalesini Leibniz'den üç yıl *sonra* 1687'de yayımlamıştı.

Sonraları, pek alçakgönüllü biri olmayan Johann bu olayı şu sözlerle anımsatacaktı: "İngilizler, sonsuz küçükler hesabını ilk keşfetmenin şerefini elde etmek için Leibniz'e karşı savaş ilan etmişti. Ben de tıpkı ünlü Horatius Cocles gibi İngiliz ordusunu tek başıma köprüde sıkıştırmıştım." Çatışma yıllarca sürecekti, ama bu çekişmenin kendini hemen gösteren etkisi Johann'ın kariyerinde yükselmesi olmuştu, çünkü herkes adını Leibniz'in adıyla birlikte anmaya başlamıştı.

Jakob ise Basel'de herkese küçük kardeşi Johann'ın akıl hocasının kendisi olduğunu hatırlatarak, onun yurtdışında gittikçe artan şöhretinden sevinç duyduğunu söylüyordu. Gerçekte ise Johann'ın Leibniz ile olan dostluğunu çok kıskanıyordu ve etrafa caka satan küçük kardeşinin kendisinden daha iyi bir matematikçi olmaya başlamasından endişe duyuyordu.

1695 yılında, özgürce gezip dolaşan Johann, eve daha yakın olmak amacıyla, Basel Üniversitesi'ne profesörlük için başvurdu. Normal koşullarda, harika çocuk olarak görülen Johann bu amacına ulaşırdı; ancak Jakob gizlice üniversitenin senato üyeleriyle olan arkadaşlığını kullanarak, Johann'ın başvurusunun geri çevrilmesini sağladı.

Johann ağabeyinin ihanetini öğrendiğinde, kalbi kırıldı ve çok öfkelendi. Ancak Hollanda'nın yaşayan en büyük bilim adamı Christiaan Huygens'ten Groningen Üniversitesi Matematik Bölümü başkanlığı için teklif gelmesiyle intikamını kısa süre içinde en iyi şekilde almış oldu.

O günden sonra Bernoulli kardeşler arasındaki ilişki hızla bozuldu; birbirlerinin matematikteki ustalıklarını, önce aralarında, sonra da saygın bir dergi olan "*Acta Eruditorium*"a yazdıkları yazılarla açık açık küçümsemeye başladılar (ne gariptir ki, *Acta Eruditorium*, Bilginin Çalışmaları anlamına geliyordu). Bernoulli kardeşler dört yıl boyunca dergide birbirleriyle alay ettiler. Sonunda 1699'da, bu durumdan artık bıkan derginin yazı işleri müdürü buna bir son verdi.

Ancak yine de kardeşler arasındaki üzücü savaş, meslektaşlara yazılan mektuplarla ve Avrupa'da dolaşan el ilanlarıyla devam ediyordu. Bu nedenle, bütün dünya 18. yüzyılın başlangıcını kutlamak üzere bir araya gelirken, Jakob ve Johann tıpkı üniversitelerinin coğrafi konumları gibi birbirlerinin çok uzağına düşmüşlerdi.

Birbirleriyle çatışan Bernoulli kardeşlerin ailelerine bağlı erkekler olduklarına inanmak güçse de, öyleydiler. Kırk beş yaşındaki Jakob evliydi ve iki çocuğu vardı. Ailesine oldukça düşkün bir baba ve eş olan otuz iki yaşındaki Johann'ın da iki çocuğu vardı ve karısı üçüncü çocuğa hamileydi.

Yeni yüzyıla gireli daha bir ay bile olmamıştı ki, Ocak ayının 29'unda Johann ve karısının Daniel adını verdikleri yeni bir oğulları olmuştu. Bir Fransız Protestanı için bile kehanette bulunmak için henüz çok erken olmakla birlikte, tarih tekerrür etmek üzereydi: İster kader olsun ister rastlantı, bu yeni doğan çocuk pek çok bakımdan babasının ve amcasının yolundan gidecekti.

Daniel doğduktan beş yıl sonra, Johann kayınpederine yakın olmak için istemeyerek de olsa Basel'e geri dönmeye karar verdi. Yaşlı adam rahatsızdı ve on uzun yılın ardından kızıyla bir araya gelmesinin onu iyileştirecek tek şey olduğu söylenmişti.

Johann, "ölümlerini hızlandırarak anne ve babalarımıza karşı günah işlersek, bunun cevabını öbür dünyada Tanrı'ya veremeyiz" diyerek özveride bulunmaya karar vermişti.

Johann, Basel'e dönerken yolda Jakob'un veremden öldüğünü öğrendi. İki kardeş arasındaki kin dolu ilişkinin bu biçimde sona ermesi dehşet verici olmakla birlikte, kalbi katılaşmış Johann, bunu nihai bir zafer elde etmenin yolu olarak görüyordu. Sonraları bunu utanmadan şu sözlerle dile getirecekti: "Bu beklenmedik haber beni şaşırttı ve bunun hemen ardından kardeşimin kadrosuna geçebileceğimi düşündüm."

Basel'e varır varmaz Johann, hemen Jakob'tan boşalan profesörlük kadrosu için lobi yapmaya başladı ve iki aydan daha kısa bir süre içinde işini yoluna koydu. Kardeşinin eskiden çalıştığı odaya taşındığında bir parça vicdan azabı çeker gibi olduysa da, daha çok, on yıl önce elde etmesine kardeşinin engel olduğu bu profesörlük kadrosunu nihayet elde etmesinin hakkı olduğunu düşünüyordu.

Ailesinin beklenmedik bir biçimde Basel'e taşınması nedeniyle, Daniel'in Hollanda ile ilgili anılarında yalnızca birkaç değerli şey kalmıştı. Bunların başında da yel değirmenleri geliyordu. Ülkenin tamamı deniz seviyesinin altındaydı ve bu nedenle Hollandalılar suyu kentlerden ve çiftliklerden uzağa pompalamak için her yerde yel değirmenlerini kullanıyorlardı.

Daniel baklava biçimli uçurtmaları da hatırlayabiliyordu. Bunlar nispeten yeni bir buluş olmakla birlikte, Hollandalı çocukların çoğu, Kuzey Denizi'nden esen şiddetli rüzgârlarla uçurtmaların ne kadar kolay ve gösterişli bir biçimde uçtuğunu kısa sürede keşfetmişti.

Genç Bernoulli için Basel'deki yaşam çok farklıydı, ancak bir şey hiç değişmemişti: Babası kendisine karşı çıkılmasından hiç hoşlanmıyordu. Bu nedenle genç Bernoulli babasına karşı daima itaatkâr ve saygılı görünmeye dikkat ediyordu.

Örneğin babası kendisine, varlıklı bir işadamının kızıyla evleneceksin dediği gün hiçbir itirazda veya şikâyette bulunma-

mıştı. Babası, tüccar olacaksın dediğinde de yine hiç karşı çıkmamıştı. Ne gariptir ki, baba -tıpkı *kendi* babası gibi- oğlunun beş parasız bir matematikçi olmasındansa daha iyi bir meslek edinip zengin olmasını istiyordu.

Oysa Daniel Bernoulli göründüğü kadar da uysal biri değildi. Öncelikle, söz konusu kızla evlenmek konusundaki kararı zamanı geldiğinde kendisi verecekti. Dahası -sanki bu Bernoullilerin kanında varmış gibi- matematik ona heyecan veriyordu ve ağabeyi II. Nikolaus'tan özel ders almak için ona dil döküp duruyordu.

Daniel Bernoulli sonsuz küçükler hesabını öğrendikçe, heyecan duyuyordu. Bu hesabın, "En hızlı biçimde kayabilmesi için bir kayağın şekli ne olmalı?" veya "Sedefli notilusun kabuğu neden tam bir helezon şeklinde?" ya da "Sabun köpükleri neden daima yuvarlak?" türünden günlük hayatla ilgili çözümü zor problemleri açıklamak üzere amcası ve babası tarafından değişik yollarla kullanıldığını fark ettiğinde, yine aynı biçimde büyük bir heyecan duymuştu.

Genç Bernoulli, babasının sürekli yerdiği Isaac Newton'un kısa bir süre önce katıların hareketlerini açıklayan basit kurallarını -ki bunlar Newton'dan önceki bilim adamlarınca iki bin yıldır süren çalışmalara rağmen bulunamamıştı- keşfettiğini öğrendiğinde de çok şaşırmıştı. Newton'un bu başarısı Bernoulli'nin aklının ve ruhunun derinliklerinde bir şeyleri harekete geçirmişti.

Daniel Bernoulli, Hollanda'da geçirdiği gelişme çağlarında, bu ülkenin sularla olan mücadelesine tanık olduğundan Newton yasalarının akışkanlara da uygulanıp uygulanamayacağını merak ediyordu. Sezgisel olarak bundan kuşku duymakla birlikte, akışkanların katılardan farklı olduğu açıktı ve bu konuda karar verecek kadar bilgili değildi -en azından o zamanlar henüz yeterli bilgiye sahip değildi.

Bir yandan Daniel'in Newton ile ilgili çalışmaları gizlilik içinde devam ederken, diğer yandan da babasının göklere çıkarılan bu İngilizi herkesin önünde acımasızca karalama çabaları da ar-

tıyordu. Kısa süre içinde bu çaba öyle bir noktaya ulaştı ki, yaşlı Bernoulli savaşı değişik cephelerde sürdürebilmek için yardıma ihtiyaç duymaya başladı.

Önceleri, Daniel'in kuzeni I. Nikolaus ve büyük kardeşi II. Nikolaus'tan yardım aldı, sonra da Daniel'in kendisinden yardım etmesini istedi. Genç Bernoulli babasının sözlü savaşında tarafsız görünerek tereddüt göstermişti, ama gerçekte Newton'u takdir ediyor ve bir gün onun gibi biri olmayı umut ediyordu.

On üç yaşındaki Bernoulli ilk kez babasına açıkça karşı geliyordu. Bununla beraber, despot bir yapıya sahip olan Profesör Bernoulli öfkelenmek yerine sadece biraz sinirlenmişti ve oğlunun kesinlikle bir matematikçi olmayacağını düşündüğü için de bir ölçüde rahatlamıştı.

Ancak aynı yıl Daniel'in bir tüccar da olmayacağı ortaya çıkmıştı. Eczacılık işinde çırak olmayı iki kez denedikten sonra genç Bernoulli, tıpkı babası gibi başarısız olmuştu.

Bundan sonra Daniel Bernoulli, babasının kendisinden beklediği şeylere uygun hareket eder görünmeye tümüyle bir son verme kararı aldı -buna, tüccar olma, önceden seçilmiş bir kızla evlenme ve birkaç yıldır sürdürdüğü matematikçi gibi görünmeme çabası da dahildi. Sonunda genç adam kötü haberi babasına bildirdi ve rakamlara olan sevgisinin peşinden gitmesine izin vermesini istedi.

Bu kez sert mizaçlı babasının tepkisi beklenildiği gibi oldu. Baba Bernoulli sinirli bir şekilde, genç adamın matematikle ilgili çalışmalarına devam edebileceğini, ancak *profesyonel* bir matematikçi olmasının kesinlikle söz konusu olmadığını söylemiş ve bunun yerine oğluna doktor olması emrini vermişti.

Genç adam bu azarlamanın sadece matematiğe olan ilgisini sürdürme izninin verildiği bölümünü açık biçimde işitebilmişti. Geri kalanı konusunda da, tüm kalbiyle olmasa da babasını dinleyecekti, zira tıp eğitimi almanın bir zararını görmüyor ve kimi yararları olabileceğini hesaplıyordu.

Sonraki birkaç yıl içinde Daniel Bernoulli üniversiteye devam etti ve evde de nazik ve sabırlı ağabeyi II. Nikolaus'dan özel dersler aldı. Bu, samimi ve sıcak ilişkilerini daha da güçlendirmişti.

Zamanla, genç Bernoulli'nin matematiğe olan ilgisinin geçici bir heves olmadığı ortaya çıktıkça hayal kırıklığına uğrayan babası da yumuşayıp merhamete geldi ve ona özel ders vermeyi teklif etti. Leibniz'in en yakın arkadaşı olarak gördüğü birisinden sonsuz küçükler hesabını öğrenmek eşine ender rastlanan bir şeref olmakla birlikte, ne yazık ki aynı zamanda eşine pek rastlanmayan türden bir cezaydı da.

Örneğin, bir gün acımasız profesör oğluna çözümü özellikle zor bir problem verdi. Saatler süren uğraşın ardından problemi çözen genç adam vakit kaybetmeksizin babasının çalışma odasına giderek yaptığı çalışmayı ona verdi.

Başarısıyla gururlanan genç Bernoulli babasının kendisini övmesini bekliyordu. Problemin doğru çözüldüğünü kabul eden babası "Bunu daha kısa sürede yapamaz mıydın?" diye söylendi.

Duyarsız bir insan olmasına karşın Profesör Bernoulli, matematik ve doğa felsefesiyle ilgili bildiği her şeyi cömertçe oğluyla paylaştı. Örneğin bir derste, baba Bernoulli oğlunun uğraşında belirleyici bir rol oynayacak ilginç ve yeni bir fikir üzerinde durmuştu. Bu, henüz adı konulmamış da olsa, enerjiyle ilgili bir konuydu.

Ünlü arkadaşı Leibniz gibi yaşlı Bernoulli de bunu Latincede "canlı kuvvet" anlamına gelen *vis viva* sözcükleriyle adlandırıyordu; zira bu, bir ölçüde canlılar gibi hareket eden cisimlerin sahip olduğu bir şey gibi görünüyordu. Yaptığı çeşitli deneylerin sonucunda Leibniz bir cismin *vis viva*'sının sadece iki şeye, kütlesine ve hızına bağlı olduğunu fark etmişti. Matematiksel açıdan bakıldığında, *m* bir cismin kütlesi, *v* de hızı ise, *vis viva* aşağıdaki denklemle gösterilebilirdi:

$$VIS\ VIVA = m \times v^2$$

Hızlı hareket eden iri bir filin *vis viva*'sı da çok büyüktü. Hafifçe esen bir meltemin sürüklediği bir yaprağın *vis viva*'sı ise, kütlesinin küçük ve hızının da düşük olması nedeniyle çok azdı. Kendinden geçmiş bir şekilde oturduğu yerde babasının anlattığı dersleri dikkatle dinleyen genç Daniel Bernoulli'nin herhangi bir *vis viva*'sı yoktu.

Genç adama *vis viva*'nın adeta yakıt türünden bir şey olduğu ve bir cismi yerden yukarı kaldırmak için harcanabildiği anlatılmıştı. Örneğin, havaya atılan bir plastik topu yukarı doğru yönlendiren şey topun *vis viva*'sıydı ve topun yüksekliği arttıkça *vis viva*'sı da azalmaktaydı.

Yukarı doğru tırmanışında en yüksek noktaya ulaştığı anda, *vis viva*'sının tamamını tüketen top, durup aşağıya doğru düşmeye başlıyordu. Deneyler topun bu geri dönüş yolu boyunca tüketmiş olduğu tüm *vis viva*'sını tekrar kazandığını, yani *vis viva*'nın yeniden kullanılabilme bakımından mükemmel bir tür yakıta benzediğini gösteriyordu. Öyle ki, top harekete başladığı noktaya geri döndüğünde her şey ilk andaki haline dönmüş oluyordu.

Bir başka deyişle, yukarı doğru atılan bir topun, yukarı ve aşağı yöndeki hareketleri boyunca yerden olan yüksekliği ile *vis viva* arasında hassas bir alışveriş gerçekleşmekteydi. Biri arttığında, ikisinin toplamı asla değişmeyecek ölçüde, diğeri de azalıyordu.

YÜKSEKLİK + *VIS VIVA* = SABİT

Sanki bir cismin *vis viva*'sı asla yok edilemiyor, yalnızca başka bir şeye -top deneyinde yüksekliğe- dönüşüyordu. En azından Johann Bernoulli, Leibniz ve diğer pek çok kişi böyle olduğuna yürekten inanıyordu; buna, "*Vis Viva*'nın Korunumu Yasası" adını verdiler (izleyen yüzyılın sonlarına doğru bilim adamları bunu, modern fiziğin kutsal bir ilkesi olan "Enerjinin Korunumu Yasası" biçiminde adlandıracaktı).

Bu derslerin çoğu talep ettiği kuramsal zekâ açısından insanı yıldıracak nitelikte olmasına karşın, genç Bernoulli hepsini çok iyi öğrenmişti. Gerçek bir dahi olan Bernoulli üniversiteden mezun olduğunda henüz on beş yaşındaydı. Bir yıl sonra, 1716'da, yüksek lisans diplomasını aldı ve hemen ardından tıp alanında ders vermeye başladı.

Aldıkları eğitim sonucunda genç tıp öğrencilerinin insan vücudunu, bilimsel yasalarla açıklanabilen, son derece karmaşık bir makine, örneğin bir saat olarak görmeleri çok doğaldı. Bu mekanik görüş açısına göre, Aristoteles ve ondan sonra gelen pek çok kimsenin inandığı gibi bedene canlılık veren şey doğaüstü bir ruh değil, *vis viva*'nın ta kendisiydi; dahası, bedenin bütün hareketleri, tıpkı diğer katı cisimlerin hareketleri gibi Newton yasalarına uyuyordu.

Tıpla ilgi çalışmalarını sürdürürken genç Bernoulli, bu somunlu ve cıvatalı yaklaşımının diğerleri tarafından da paylaşılmasından memnuniyet duyuyordu. Örneğin, *On the Motion of the Animals* (Hayvanların Hareketi Üzerine) adlı kitabında Giovanni Alfonso Borelli insanlığın en büyük ve harikulade rüyalarından birini bozuyordu. İnsan ve kuş kaslarının birbirinden çok farklı olan *vis viva* depolama yeteneklerini hesapladıktan sonra, Alfonso Borelli vardığı sonucu şu sözlerle açıklıyordu: "İnsanoğlunun kendi gücünü kullanarak uçabilmesi olanaksızdır."

Genç Bernoulli, İngiliz hekim William Harvey'in de kendisi gibi düşündüğünü gördü. O güne kadar hemen hemen herkes Aristoteles, Hippokrates ve Galen'in, kalbin insan vücudundaki *ısı*nın ana kaynağı olduğu şeklindeki inancını paylaşmıştı. Ancak, *On the Movement of Heart and Blood in Animals* (Hayvanlarda Kalp ve Kanın Hareketleri Üzerine) adlı eserinde kalbin bir tür pompa, kan damarlarının da adeta bir kanal şebekesi olduğunu yazan Harvey şöyle diyordu: "Kalbin tek işlevi kanın atardamarlar vasıtasıyla vücudun en uç noktalarına kadar aktarılması ve dağıtılmasıdır."

Genç Bernoulli, Harvey'in bu araştırmalarından çok etkilenmişti, çünkü Harvey'in araştırmaları Bernoulli'ye, bir yandan babasının kendisinden beklediği tıp eğitimini tamamlarken, diğer yandan da sevdiği iki konuyla, yani matematik ve akışkanlarla uğraşabilme imkânı sunuyordu. Ayrıca akışkanlar, üzerinde çalışmaya değer bir konuydu; henüz kimse -Newton, Leibniz veya otoriter Johann Bernoulli de dahil- akışkanların hareketi ile ilgili kuralları keşfetmemişti.

Aslında genç Bernoulli'nin babası, bir bardağın dibine yakın bir yerden açılan delikten akan suyla ilgili olarak Newton'un yaptığı incelemeye ilişkin bir tartışmaya girmişti. O dönemdeki doğa felsefecileri, akan sıvıların hızını, basıncını ve hatta hacmini ölçmede oldukça beceriksizdiler ve bu tür belirsizlikler kaçınılmaz olarak birçok tartışmaya yol açıyordu.

Her zaman olduğu gibi Daniel Bernoulli, babasının Newton ile olan kavgasına karışmayıp belli bir mesafede durmayı yeğlemişse de, yine de bu kavganın sonucu onu fazlasıyla ilgilendiriyordu. Zira insan solunumunun mekaniğini konu alan doktora tezi, tıpkı su bardağı problemi gibi, bir akışkanın, yani havanın hareketiyle ilgiliydi.

Tıp eğitimini tamamlamasının ardından 1721 yılında genç Bernoulli'nin aklı hâlâ akışkanların çözülemeyen karmaşık davranışlarında kalmıştı. Şimdi, kendisinden önce pek çok kişiyi pes ettiren bu konuyla uğraşmayı eskisinden daha da fazla istiyordu; ihtiyaç duyduğu tek şey, rüyasını gerçekleştirecek özgürlüğü ve donanımı kendisine sağlayacak akademik bir kadroya geçmekti.

Tıpkı daha önce babasının yaptığı gibi, yirmi bir yaşında Basel Üniversitesi'ne öğretmenlik için başvuruda bulundu. Ne ilginçtir ki, her ne kadar farklı gerekçelerle olsa da, Bernoulli'nin başvurusu da, tıpkı babasınınki gibi reddedilmişti. O günlerde üniversiteler eşit yeterlilikteki adayların seçiminde kuraya başvuruyordu. Dolayısıyla, fakültede bir kadro için yarışan adaylar arasında kurada kazanan öğretmen oluyordu.

Kendini çok genç yaşta geliştirmiş olması Daniel Bernoulli'ye iki ayrı öğretmenlik kadrosu için son aday olma şansı tanımıştı: İlki anatomi ve botanik, ikincisi ise mantıktı. Bu nedenle genç ve zeki tıp mezunu, doğup büyüdüğü kentin üniversitesinde göz diktiği kadrolara giriş şansı konusunda rahattı; her iki kurayı da kaybedeceğini hiç tahmin etmemişti.

Babası gibi, genç Bernoulli de sonsuz küçükler hesabının mantıklı her olayın sonucunu önceden tahmin edebilme gücüne sahip olduğu inancıyla yetişmişti. Şimdi ise, daha yirmi bir yaşında, sonsuz küçükler hesabının varlığına rağmen bilimin, bir insanın hayatında neler olacağı şöyle dursun, bir şans oyununun sonucunu bile tahmin etmekten hâlâ çok uzak olduğunu keşfediyordu.

Vidi

Biz insanlar daima katı haldeki kara üzerinde yaşamış olmamıza rağmen, varlığımızı akışkanlara borçluyuz. İçecek suyumuz olmadan birkaç gün içinde ölürüz; daha da kötüsü, soluyacak hava olmadan birkaç dakikadan fazla yaşayamayız.

Bereket dünyamızda bol miktarda su ve hava var. Baştan beri, yaklaşık dört milyon yaşındaki türürnüzün yaşamını sürdürmesini sağlayacak kadar bol miktarda su ve hava var olmuştur. Ancak ne yazık ki, bu değerli kaynaklardan yararlanmak konusunda her zaman bugünkü kadar becerikli olamamışız.

Örneğin, göçebe hayatı yaşayıp mağaraları mesken edinen atalarımız bölgelerindeki coğrafi yapının insafına kalmışlardı. Çok yüksek dağların dorukları hariç, gittikleri her yerde hava mevcuttu, ancak insanların hayatta kalmaları göç yolları boyunca içilebilir doğal su kaynakları bulabilmelerine bağlıydı.

İnsanlar zamanla kentlerde yaşayacak biçimde bir araya toplandıkça, nehir kenarlarına yerleşip sürekli akan suyu evlerine ve ekili arazilerine yönlendirmenin yollarını tasarlamaya başladılar. Hatta bir zamanlar Herodotos, Mısır Uygarlığı'nın Nil Nehri'nin bir armağanı olduğunu yazmıştı.

Beş bin yıl önce mühendisler, dünyanın büyük nehirlerinin azgın sularına gem vuracak barajlar, kanallar ve su kemerleri inşa etmeye başladılar. Ancak bunu yaparken sadece sezgiye veya şansa güveniyorlardı. Daha 2000 yıl öncesine kadar, Aristoteles bile suyun hareketini açıklayan bilimsel kurallardan habersizdi.

Bir karşılaştırma yapmak gerekirse, katıları incelemek sıvıları incelemekten daha basitti, çünkü katılar en azından kendilerini bir arada tutabiliyordu. Örneğin, bir taşa kürekle vurulduğunda, taşın bütün parçaları birlikte hareket ediyor ve bu da taşın izleyeceği yolun nispeten daha kolay tanımlanmasını sağlıyordu.

Ancak, aynı şekilde kürekle vurulduğunda su her yöne saçılarak sayısız damlacıktan oluşan bir sağanağa dönüşüyordu. Yaşamın devam etmesinde çok anlamlı bir rolü olan su, bir arada durmayan bu yapısı nedeniyle pek çok kişiye tutarsız görünüyordu.

Aristoteles'in akışkanlarla ilgili olarak varabildiği tek anlamlı sonuç yoğunluklarıydı -ya da aslında seyreklik olarak adlandırdığı yoğunluğun *tersi* özellikleriydi. Aristoteles, "Hava sudan iki misli daha seyrekse, bir cismin suda kat ettiği mesafenin aynını havada kat etmesi için geçen süre, sudakinin yarısı kadar olacaktır." diye yazmıştı. Yani, cismin havadaki hareketi sudaki hareketinden iki kat daha kolaydı.

Aristoteles'in iddiası akla yakın bir tahmin olmakla beraber, sonuçta yanlış olduğu anlaşılmıştı; örneğin havada yol alan bir uçağın karşılaştığı direnç, suda hareket eden benzer şekle sahip bir denizaltının karşılaştığı direncin yarısına eşit değildi. Akışkanların yoğunluğu ile, hareketli cisimlere karşı gösterdikleri dirençler arasındaki bağlantının bundan çok daha karmaşık olduğu ortaya çıkmıştı.

Suyun garip davranışlarıyla ilgili doğru (ve aynı zamanda şaşırtıcı) bir sonuca ilk kez ulaşan kişi Sicilyalı bilgin Arkhimedes olmuştur. Her şey, Syrakusa hükümdarı II. Hieron'un, ye-

ni tacının yapımında kullanılan metalin saflığını kontrol etmenin herhangi bir yöntemi olup olmadığını merak etmesiyle başlamıştı. Tacın saf altından yapılmış olması gerekiyordu, ancak kral, kraliyet kuyumcusunun altına gümüş karıştırdığından şüpheleniyordu.

Bu çok çetrefil bir problemdi, çünkü taç, ne örnek almak amacıyla parçalanabilir ne de herhangi bir biçimde tacın görünümü bozulabilirdi. Arkhimedes gece gündüz bu problemi düşünmüş, ama bir çözüm yolu bulamamıştı. Bir gün öğleden sonra, hamama gidip yıkanmaya karar verdi.

Beynini dinlendirmenin bir yolu olarak bunu sıkça yapıyordu. Aslında iri bedenini içi su dolu küçük havuzlara binlerce kez bırakmışsa da, hiçbir zaman su seviyesinin çok az bir miktar da olsa yükseldiğine dikkat etmemişti; ancak bu defa durum farklıydı.

Buluşu Arkhimedes'i o denli heyecanlandırmıştı ki, elbiselerini giymeden eve doğru koşarken bir yandan da çıplak bir deli gibi, "Buldum, buldum!" diye bağırmıştı. Bulduğu şey, daha sonra *Yüzen Cisimler Üzerine* adlı kitabında da açıkladığı gibi, Kaldırma Kuvveti Yasası'ydı. Buna göre, yüzen bir cisim daima kendi *ağırlığına* eşit miktarda suyu hareket ettiriyordu.

Arkhimedes ayrıca, suyun üzerinde yüzmeyen -yani tümüyle suya batmış haldeki- bir cismin kendi *hacmine* eşit miktarda suyu hareket ettirdiğini de keşfetmişti (günümüz aşçıları, hacmini ölçmek için bir kaşık yağı içi su dolu dereceli kaba atarken, bu ilkeyi kullanıyor). Arkhimedes, tamamen bir rastlantı eseri, krala yardımcı olacak bir yöntem bulmuştu.

Arkhimedes, yeni buluşunu kullanarak Hieron'un ağır metal tacını -ki suda yüzmüyordu- dereceli bir su kabına koyup, tacın hacmini buldu. Sonra, tacı *tarttı*. Artık ağırlığını hacmine bölmek suretiyle tacın yoğunluğunu bulabilirdi.

Sonuçta tacın yoğunluğu, sırasıyla gümüş ile altının yoğunlukları olan 10,5 ile 19,3 gram/santimetre küp arasında bir değerde çıkmıştı. Böylece Arkhimedes, kralın tacın saf altından

yapılmadığı yönündeki şüphelerinin doğru olduğu sonucuna vardı: Bunun üzerine kraliyet kuyumcusu idam edildi.

Arkhimedes'in buluşları önemli olmakla birlikte, bunlar sadece bir kabın içinde duran sıvılarla ilgiliydi. Bu nedenle Arkhimedes yasaları hidrostatiğin, yani hapsedilmiş akışkanları inceleyen bilim dalının başlangıcını temsil ediyordu; bu yasalar serbestçe akan suyla ilgili hiçbir şey söylemediği için bu konu hâlâ gizemini koruyordu.

Yine de, yüzyıllarca varlığını sürdüren Roma İmparatorluğu döneminde mühendisler, kişi başına su miktarı açısından günümüz modern şehirlerinin pek çoğununkine denk miktarlarda su nakleden etkileyici su kemerleri inşa edebilmişlerdir. MS 97 yılında, Roma'nın su işlerinden sorumlu müdürü Sextus Julius Frontinus: "İşe yaramaz piramitlerle veya Yunanlıların yararsız ancak meşhur yapıtlarıyla bu su kemerlerini kim denk tutabilir ki?" diyerek su kemerlerini övmüştü.

Suyla ilgili büyük eserlerde beyin gücünün değil, kas gücünün rolü vardı. Frontinus ve mühendisleri "Su daima aşağı doğru akar, yukarı doğru asla akmaz" veya "Bir kanalın nakledebileceği en fazla su miktarı, bu kanalın ağzının genişliğine bağlıdır" gibi basmakalıp ilkelere başvuruyorlardı. (Bir kanalın nakledebileceği en fazla su miktarının aynı zamanda suyun *hızına* da bağlı olduğu gerçeğini hesaba katmamışlardı: Doğal olarak kanalın ağzından çıkan su miktarı, su daha hızlı aktığında çok daha fazla olacaktı.)

Bir başka İtalyan Leonardo da Vinci'nin, hareket eden suyla ilgili ilk önemli buluşu yapması için aradan *on dört* yüzyıl daha geçmesi gerekecekti. Dahası, Vinci'nin gözlemleri, iki yüzyıl sonra Daniel Bernoulli'nin hareket eden akışkanlara ilişkin tarihi keşfinde önemli bir rol oynayacaktı.

Rönesans döneminin büyük ressamı, düşünürü ve mühendisi Leonardo da Vinci, kenarında oturduğu akarsulara elindeki çim tohumlarını atardı. Tohumların, aşağı doğru hızla akan suya kapılıp gidişlerine bakarak takip ettikleri yolları çizen da

Vinci, hareket halindeki suyun o güne kadar gözle görülmeyen pek çok gizemli özelliğini açığa çıkaran ilk kişi olmuştur.

Akarsulara ilişkin bu çizimlerin sayısı arttıkça suyla ilgili çok önemli bir gerçeği de giderek fark etmeye başlamıştı: Suyun hareketi sıradan bir gözlemciye karmakarışık görünse de, davranışlarında önceden tahmin edilebilir kalıp ve motifler bulmak mümkündü, ki bunlar 16. yüzyılın bu büyük ustasının titizlikle yaptığı çizimlerde açıkça görülmekteydi.

Leonardo aynı zamanda büyük nehirlerde de araştırmalar yaparak nehir suyuna tohum veya talaş atıp neler olduğunu izledi. En önemli ve tarihi gözlemlerinden birini bu çalışmaları esnasında yaptı.

Başlarda Leonardo'nun dikkatini çeken sadece şu olmuştu: "Derinliği hiç değişmeyen bir nehir, dar kısımlarda geniş kısımlara kıyasla daha hızlı bir akışa sahip olacaktır." Bir başka deyişle, nehir suyu dar bir boğazdan geçerken daima hızlanıyordu. (Rafting yapanlar bunun ne denli tehlikeli bir gerçek olduğunu iyi bilirler.)

Leonardo bir adım daha ileri gidip, suyun hızının boğazın darlığı ile *doğru orantılı* olarak arttığını gözlemledi. Örneğin, nehrin *yarısı* genişliğindeki bir boğazdan geçen suyun hızı, nehrin normal kısmındaki suyun hızının *iki katı* kadardı. Nehrin genişliğinin *üçte biri* genişliğindeki bir boğazdan geçen suyun hızı da, yine normal hızın *üç* katı kadardı ve böylece sürüp gidiyordu.

Leonardo'nun, doğanın bu basit gerçeğine ilişkin bu çok önemli buluşuna "Süreklilik Yasası" adı verildi. Bu yasa her ne kadar akışkanları ilgilendirse de, etkileri sözgelimi Nuhun Gemisi'ne doğru sürü halinde ilerleyen hayvanların hareketleri akılda canlandırılarak anlaşılabilir.

Hayvanların yan yana çiftler halinde bu hayali geminin ön kapısından içeri doğru yürüdüklerini düşünün. Yine, Nuh tarafından devasa bir bekleme odasına alındıktan sonra bu hayvanların tek bir sıra halinde içerdeki dar bir kapıdan arka taraftaki

ağıllara geçtiklerini düşünün: İçerdeki dar kapının, ön kapının yarısı kadar bir genişliğe sahip olduğunu varsayalım.

Bu durumda, Leonardo'nun "Süreklilik Yasası"na göre, hayvanların hareketinin süreklilik taşıyabilmesi için her bir hayvanın geminin boğazı durumundaki iç kapıdan geçerken hızını *iki katına* çıkarması gerekiyordu. Örneğin, hayvanların gemiye saniyede bir çift, yani saniyede iki hayvan girecek biçimde alındığını varsayın. Hayvan çiftlerinin arkadaki ağıla girerken birbirlerinden ayrılmaları ve her bir hayvanın dar kapıdan yarım saniyede -yani iki kat hızlı- geçecek kadar hızlanması gerekecekti; aksi halde hayvanların düzenli bir şekilde gemiye alınması işleminde aksamalar yaşanırdı.

Aradan bir süre geçtikten sonra Leonardo, Süreklilik Yasası'nın, hava da dahil olmak üzere, bütün akışkanlara uygulanabileceğini düşünmeye başladı. Su ile havanın benzer özellikler gösterdiğini fark eden ilk kişi de zaten Leonardo olmuştu. "Her haliyle su, havayla tam bir uygunluk göstermektedir." diye yazmıştı.

Leonardo bu benzerliği kuşların havadaki uçuşlarını ve balıkların sudaki yüzüşlerini inceledikten sonra fark etmişti. Kuşların havadaki uçuşundan ilham alarak, insan gücüyle çalışan tuhaf görünümlü uçma araçlarının, balıkların sudaki hareketlerinden ilham alarak da sualtı gemilerinin çizimlerini yapmış, bu çizimleri uçak ve denizaltıların habercisi olmuştur.

Eşi benzeri görülmemiş bu tasarımları izleyen birkaç on yıllık dönem içinde kimi doğa felsefecileri, Leonardo'nunki kadar önemli olmasa da, hareket eden akışkanlarla ilgili çeşitli keşiflerde bulundular. Nedendir bilinmez, bu araştırmacıların tümü İtalyandı!

Bunun nedeni belki, Romalıların suyla ilgili ünlü yapıtlarının verdiği ilham, belki de Rönesans sırasında İtalyanların sahip olduğu eşsiz yaratıcılık ve bilgi birikimiydi. Nedeni ne olursa olsun, 17. yüzyılın tamamında -Galileo Galilei, Evangelista Torricelli ve Domenico Guglielmini de dahil- akışkanlarla ilgili araş-

tırma yapan İtalyanlar, dünyanın başka yerindeki bilim adamlarından çok daha başarılı olmuşlardır.

Ancak Galileo'nun, Katolik Engizisyon Mahkemesi tarafından tutuklanıp bazı bilimsel inançlarından geri dönmeye zorlanmasının ardından hayata gözlerini yumduğu 1642 yılında her şey birdenbire değişti. O günden sonra, İtalya'yı bu denli büyük bir yaratıcılık merkezi haline getiren buluşlar ve yeni fikirler bir daha asla eskisi gibi özgürce ifade edilemezdi.

Bu fırtınalı yıllarda kendine yeşerecek başka verimli yerler arayan bilim, nihayet Almanya, İngiltere, Fransa ve Katolik tutuculuğunun ve sertliğinin hüküm sürmediği hemen her ülkede aradığını buldu. Bu, yeni bir çağın başlangıcıydı, yüzyılı aşkın bir süre önce Martin Luther ve John Calvin'in başlattığı dinsel devrimin desteklediği bir bilimsel devrimin en can alıcı safhasıydı.

Çok çalışmaya verdikleri önemle Kalvinistler, kapitalizmin 17. yüzyıldaki yükselişine önayak olmuşlardı. Şimdi ise, zihinsel disipline ağırlık vererek bilimsel bakışı, yani doğadaki her şeyin eninde sonunda matematiksel olarak açıklanıp deneysel açıdan kanıtlanabileceği inancını destekliyorlardı.

İngiliz Isaac Newton ve İsviçrelilerin en ünlü Fransız Protestanı ailelerinden biri olan Bernoullilerle birlikte, Alman Gottfried Wilhelm Leibniz bu felsefe-din karışımının dünyadaki en önemli öncülerinden biri olarak sivrilmişti. Tam bir başarıya ulaşamayacak olsalar da, bu doğa felsefecileri ilerleyen yıllarda doğanın en karmaşık üç sırrını -yani önce katılar, sonra akışkanlar ve son olarak da insanoğlu- çözme yolunda çok önemli adımlar attılar.

Vici

1723'te Daniel Bernoulli, üniversitede öğretmenliğe atanmayışını unutmak amacıyla Basel'den ayrıldı. Hekimlik yapmak umuduyla İtalya'ya gitti. Ancak Padova'ya ulaştığında kendisini ölümün eşiğine getiren ateşli bir hastalığa yakalandı.

Bir yıl süren uzun iyileşme dönemi boyunca Bernoulli, Christian Goldbach adındaki bir arkadaşıyla babasından öğrendiği yöntemlerle ilgili mektuplaşmıştı. Dahası bu yöntemleri, suyun bir bardakta açılan delikten nasıl fışkırdığının da aralarında yer aldığı, o dönemin en ilginç ve kışkırtıcı problemlerine uygulamıştı.

İyileşip, zihinsel faaliyetlerine geri döner dönmez Bernoulli, Fransız Bilimler Akademisi'nin himayesinde her yıl düzenlenen yarışmaya katılmaya karar verdi. O yılki yarışmanın amacı azgın dalgalarla bir o yana bir bu yana sallanan bir gemide bile kumun veya suyun güvenilir biçimde akışını sağlayan bir kum veya su saatinin tasarlanmasıydı.

Akademik bir yan taşımaktan çok uzak olsa da bu problem, boylamlarını -yani kendi limanlarından doğu veya batı yönündeki mesafelerini- hesaplamak için saatleri kullanmak zorunda olan denizciler için hayati derecede önemliydi. (Enlemi bulmak için Güneş'in konumuna bakmak yeterliydi). Ülkeler bu nedenle, hassas gemi kronometreleri yapmak için birbirleriyle hummalı bir yarışa girmişlerdi, çünkü iyi bir denizcilik bilgisinin deniz ticaretini geliştireceğini ve bunun sonucunda çok büyük kârlar elde edileceğini biliyorlardı.

Genç Bernoulli başvuruda bulunmuşsa da kazanma umudu taşımıyordu. Kaybettiği son iki kuraya bakarak, kendini çok şanslı hissetmiyordu; ayrıca dünyanın, birçoğu bu ödül için kendisiyle yarışan çok sayıda üstün yetenekli matematikçiyle kaynadığının farkına varmıştı.

Bu nedenle, yirmi dört yaşındaki Bernoulli birincilik ödülünü kazandığını öğrendiğinde şaşkınlıktan donakalmıştı. Kendisine ödül kazandıran tasarımı, kum saatinin bir cıva havuzunda yüzen kalın bir demir diliminin üzerine yerleştirilmesinden ibaretti; gemi şiddetli fırtınalara maruz kalsa da cıvanın yoğunluğunun, saatin haddinden fazla sallanmasını önleyeceğini ve onu bir ölçüde sabit bir temel üzerinde tutacağını hesaplamıştı.

Bernoulli, Fransız Bilimler Akademisi'nin beklenmedik ödülünü almanın yarattığı şaşkınlıktan henüz yeni kurtulmuştu ki, kendisini daha da şaşırtacak yeni haberler aldı. Goldbach, arkadaşının iyileşme döneminde kendisine yazdığı mektuplardan çok etkilenmiş ve bunları yayımlamaya karar vermişti.

Bernoulli, mektupların ayrıntılara dikkat edilmeden resmiyetten uzak bir dille kaleme alındığını öne sürerek bu fikre itiraz etse de, daha sonra yumuşayıp kitabın, hiçbir iddia taşımayan *Bazı Matematiksel Alıştırmalar* adıyla yayımlanmasına izin verdi. Dahası, mektuplardaki konuların pek çoğunun esin kaynağı olan babasına olan saygısından, alçakgönüllü genç adam yayıncıdan kendisini sadece "Johann'ın oğlu Daniel Bernoulli" olarak tanıtmasını istemişti.

İki kez kaybeden birinden iki kez kazanan birine dönüştüğü 1725 yılını, kendini tazelemiş ve gençleşmiş biri olarak tamamlayan Bernoulli, İtalya'yı yeteri kadar gördüğüne karar verip evine döndü. Basel'e vardığında hiç ummadığı bir tabloyla karşılaşacaktı.

Son aylarda Bernoulli'ye dünyanın dört bir yanından yağan mektuplarda yeni kitabı, bir matematik dehasının ürünü olarak nitelendiriliyordu. Daha da şaşırtıcısı, mektupların arasında Rus İmparatoriçesi I. Katerina'nın mektubu da vardı.

İmparatoriçe mektubunda genç adamın ender rastlanan yeteneklerinden övgüyle bahsediyor ve onu St. Petersburg'daki İmparatorluk Bilimler Akademisi'nde matematik dersleri vermesi için davet ediyordu. Hem şehir hem de akademi, kısa bir süre önce kaybettiği kocası Büyük Petro'nun emriyle daha yeni kurulmuştu ve İmparatoriçe her ikisini de Avrupa'nın her yerinden en akıllı insanlarla doldurmak için çabalıyordu.

Bu teklif Bernoulli'nin gururunu okşamışsa da, evden uzakta yalnız kalma düşüncesinden ürkmüştü. Yabancı ülkelerde yaşamaktan bıkmıştı; ailesine yakın olmanın ve kendi yatağında uyumanın özlemi içindeydi.

Hayatının bu büyük fırsatını geri çevirmeye karar veren Bernoulli, İmparatoriçe'ye bir özür mektubu yazmak için tam ka-

lemi eline almıştı ki, ağabeyi II. Nikolaus araya girdi ve onunla birlikte gitmeyi önerdi.

Bunun üzerine cesaretlenen Daniel Bernoulli, İmparatoriçe'nin teklifini, hem kendisine hem de II. Nikolaus'a kadro vermesi şartıyla kabul etmeye karar verdi. Bernoulli, bir akademi yetkilisine şu açıklamada bulunmuştu: "Eğer bu öneriyi desteklerseniz, dünyadaki en yakın dostluk bağlarıyla birbirine bağlı iki kardeşi ayırınamanın faydalarını görmüş olursunuz."

İmparatoriçe'nin bu öneriyi bütün samimiyetiyle onaylamasının ardından, iki kardeş 1725 yılının sonbaharında Basel'den ayrılıp yaşamlarının en uzun yolculuğuna çıktılar. Yaklaşık iki ay sonra St. Petersburg'a vardılar ve varır varmaz pişman oldular.

Rus halkının sıcakkanlı ve dost canlısı yaklaşımına karşın iklim çok soğuk ve sertti. Yeni yılın başında II. Nikolaus düzelmeyecek bir solunum hastalığına yakalandı. Bu rahatsızlığı ilkbahar ve yaz aylarında da devam eden Nikolaus, 26 Temmuz 1726'da tüberküloza yenik düştü.

Kaderin bu acımasız oyunu karşısında bir hayli sarsılan Daniel ilkin hemen eve geri dönüp bu acı olayı arkasında bırakmayı düşündüyse de, kadere olan inancı, St. Petersburg'da kalma kararı almasını sağladı. Kardeşinin ölümünün dışında, Tanrı'nın kendisini bu uzak yere getirmesinin mutlaka başka bir nedeni olduğunu düşünüyordu.

Daniel Bernoulli içine düştüğü yalnızlıktan kurtulmak için, katılığıyla tanınan Profesör Johann Bernoulli'nin herkese nasip olmayan övgülerini kazanan genç Leonhard Euler'i yanına çağırmaya karar verdi. Gerçekten de Daniel, babasının herhangi bir kimsenin zekâsından, kendisininki ve Leibniz'inki hariç, övgüyle söz ettiğini pek hatırlamıyordu.

Leonhard Euler'in ataları da, tıpkı Bernoulli'nin ataları gibi, dinsel baskılardan kurtulmak üzere Basel'e kaçmış ve burada zenginleşmişti. Tek fark, genç Euler'in, baharat tüccarları ve eczacılardan değil, tarak yapımcıları ve rahiplerden geliyor olmasıydı.

Euler, Basel'de Ren Nehri'nin aşağı kıyıları boyunca uzanan küçük bir kasabada görevli Kalvinist bir papazın oğluydu. Kendisi daha doğmadan önce babası, Profesör Jakob Bernoulli'nin, astronomiden zoolojiye kadar hemen her konudaki matematik uygulamalarıyla ilgili derslerini dinlemek üzere öküz arabasıyla sık sık Basel Üniversitesi'ne gitmişti.

Babası Leonhard'a bu derslerden öğrenmiş olduğu her şeyi aktardı. Sonuçta, oğlunun sayılara yönelik büyük yeteneğini fark eden Papaz Euler, onu Basel'deki en iyi okullara göndermeye karar verdi.

1720'de, daha henüz on üç yaşındayken genç Euler, Basel Üniversitesi'ne kaydoldu. Bundan kısa bir süre sonra genç deha, ünlü Profesör Johann Bernoulli'den kendisine hocalık yapmasını istedi. Ancak "Profesör çok meşgul olduğundan özel ders verme teklifimi hiç düşünmeden reddetti." diye üzülerek aktarmıştır Euler.

Bununla birlikte, Profesör Bernoulli yine de yetenekli gencin her cumartesi kendisine uğramasını ve çalışmalarını gözden geçirip değerlendirmeyi kabul etmişti. Bu buluşmalarda Euler, asık suratlı profesörün sorduğu her problemi rekor denecek kadar kısa süre içinde çözüyordu. Bu sayede zeki delikanlı, yavaş yavaş Bernoulli'nin himaye ettiği biri olma ayrıcalığını kazanmaya başlamıştı.

1725'te, St. Petersburg'a gitmelerinden birkaç hafta önce Daniel ve kardeşi, babalarının bu harika çocuktan gün geçtikçe daha da büyük bir övgüyle bahsetmesine şaşıp kalmışlardı. Aslında Profesör Bernoulli, bilim ve matematikte sergilediği dehasıyla karşısındaki herkeste saygı ve korku uyandıran ender rastlanan insanlardan biriydi.

Babalarının tavsiyesi üzerine Daniel ve kardeşi, I. Katerina'dan yeni akademisine bu genç yeteneği davet etmesini rica etmişlerdi. Kardeşinin ölümü ve Euler'in üniversite eğitimini bitirmesinin ardından Daniel Bernoulli bu konu üzerine daha fazla gitmiş ve sonuçta da Euler'i akademiye davet ettirmeyi başarmıştı.

Euler'in İmparatoriçe'nin davetine vereceği cevabı beklerken yirmi altı yaşındaki Daniel Bernoulli insan vücuduyla ilgili çalışmalarına bıraktığı yerden devam etmeye çalıştı. Daha önce solunum sistemi problemiyle uğraşmıştı, şimdi ise dikkatini daha da karmaşık bir problem olan *kan dolaşımına* çevirmişti.

O dönemde insan vücudunun iç organlarıyla ilgili bilinenlerin çoğu, 2000 yıldan uzun bir süredir bilimsel araştırma amacıyla gerçekleştirilen kesip biçme işlemi sonucunda elde edilmişti. Bu, antik çağda yaşamış Romalı bilgin Celsus'un görkemli ansiklopedisinin ilk cildini oluşturan *Tıp Üzerine* adlı eserinde açıklayıp savunduğu dehşet verici bir uygulamaydı:

"Adamları -ki bunlar kral tarafından hapse atılan canilerdi- yatırıyor ve diri diri kesip içlerini açıyorlardı. Bunlar hâlâ soluk alıp verirken doğanın gizlediği iç organları açığa çıkıyordu. Gelecekteki birçok masum insanın hastalığına çare aramak amacıyla, birkaçı dışında bu canilerin bu şekilde cezalandırılması çoğu kimsenin söylediğinin aksine bir zalimlik değildir."

Hem Rönesans sırasında hem de Daniel Bernoulli'nin yaşadığı dönemde insanların diri diri kesilip incelenmesi hâlâ uygulanan bir yöntem olmakla birlikte, iç organların karmaşıklığı çoğu kez bilim adamlarının şaşkınlığını bir kat daha artırıyordu. William Harvey bunu şöyle dile getirmiştir: "Bu tür operasyonlara ilk kez kafa yormaya başladığımda, bu iş bana o kadar karmaşık gelmişti ki, kalbin hareketlerinin sadece Tanrı tarafından kavranabilecek bir şey olduğunu düşünmeye başladım."

Yine de sarf edilen olağanüstü çaba sonucunda bilim, vücudun içinde bazıları geniş, bazıları da dar olmak üzere çeşitli çaplarda toplardamar ve atardamarın dolaştığını keşfetmişti. Ayrıca canlı insanların atardamarlarını izleyen Harvey ve diğer bilim adamları, kalp büzüldüğünde atardamarların birdenbire kanla dolup tıpkı aşırı doldurulmuş sosisler gibi şiştiğini doğrulamışlardı.

Harvey ve arkadaşları ayrıca, kalp gevşediğinde atardamar çeperlerinin tekrar daralıp içlerindeki kanı sıkıştırarak ileriye fırlattıklarını da keşfetmişlerdi. Atardamarlar tekrar tekrar ge-

nişleyip daralarak filozofların çok uzun zaman önce "hayat atışı" dedikleri hareketleri üretiyordu.

Daniel'in ve o dönemdeki bilim adamlarının bilmek istedikleri şey, kanın karmaşık dolaşım sistemimizde dolaşım *hızının* ve *basıncının* ne olduğuydu. Bu, Eski Roma'nın su kemerlerinin harika mühendisi Frontinus'un peşine düşebileceği türden bir problemdi. Tabii ki, Frontinus bu problemle uğraşmamıştı.

Frontinus'dan sonraki yüzyıllar süresince de son derece karmaşık olduğu için hiç kimse bu problemle uğraşmayı göze almamıştı. Bernoulli, "Su kemerlerinden akan suyun basıncından söz eden kimseler, hareketsiz duran akışkanlar için geçerli olan yasaların haricinde herhangi bir miras bırakmamışlardı." diye yazarak, elde Arkhimedes tarafından kurulan hidrostatik biliminden başka bir şey olmamasından yakınmıştır.

Statik, yani durağan akışkanlar söz konusu olduğunda, bilim adamları basıncı hesaplamada herhangi bir güçlükle karşılaşmıyorlardı; bir akışkanın ağırlığını onu taşıyan yüzeyin alanına bölerek bunu kolayca hesaplayabiliyorlardı. Bu, katıların basıncını hesaplamak üzere eskiden beri uygulanmakta olan yöntemin doğrudan akışkanlara uygulanmasından başka bir şey değildi.

Örneğin, ortalama ağırlıkta bir kadının giydiği yüksek topuklu bir ayakkabının topuğu santimetre kare başına yaklaşık 140 kilogram gibi yüksek bir basınç yaratır, çünkü kadının bütün ağırlığını çok küçük bir alan taşır. (Gerçekten de, havayolu ulaşımının ilk günlerinde, uçakların ince metal zeminlerinin delinmesi tehlikesine karşı kadınların sivri topuklu ayakkabılarla uçağa binmelerine izin verilmiyordu.)

Benzer biçimde, bir barajda tutulan su da baraj duvarı üzerinde müthiş bir basınç uyguluyordu. Neden mi? Çünkü, bu suyun inanılmaz ağırlığı, suyun akıp gitmesini önleyen ve nispeten küçük bir alan kaplayan baraj duvarı tarafından taşınıyordu. (Örneğin, Nevada'daki Hoover Barajı'nda suyun beton duvara uyguladığı basınç santimetre kare başına 3000 kilograma kadar çıkabilmektedir.)

Oysa *serbestçe hareket eden* akışkanlarda durum çok daha karmaşıktı. Çünkü, hareket halindeki akışkanlarda, ağırlığı veya biçimi -ve buna bağlı olarak da taşıyan yüzeyi- sürekli değişen bir şeyin basıncının ölçülebilmesi, hatta tanımlanabilmesi hiç de kolay bir iş değildi.

Daniel Bernoulli'nin döneminde bu kuramsal bir problem olmaktan öte bir anlam taşıyordu. 18. yüzyıl hekimlerinin çoğu, insanların hastalıktan şişmelerinin vücutta fazla kan birikmesinden kaynaklandığı inancıyla, hastalarını tedavi etmek için toplardamarlarından birini keserek fazla olduğunu düşündükleri kanı dışarı akıtıyordu. Damardan kan alma veya flebotomi diye bilinen bu yöntem, Hippokrates'in bunu iltihaplı hastaların üzerinde uyguladığı MÖ 5. yüzyıla kadar uzanıyordu. Bernoulli'nin döneminde ise hekimlerin çoğu, bu yöntemi hemen *her* tür hastalığın tedavisinde uygulamaktaydı.

Bu uygulama o denli yaygınlaşmıştı ki, hastalar üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletmenin yollarını bulmak kaçınılmaz bir hal almıştı. Eğer birileri hastaların kan basıncını ölçecek bir yol bulabilirse, hekimler de bunu bir gösterge gibi kullanarak hastalarından ne kadar kan almaları gerektiğini tam olarak bilebileceklerdi.

Buradaki sorun, böyle bir şeyin nasıl gerçekleştirilebileceğiydi. Kan basıncını ölçebilecek bir alet yoktu; aslında, ne gariptir ki, boru şeklindeki *herhangi* bir kanalın içinde hareket eden *herhangi* bir akışkanın basıncını ölçmek için güvenilir *herhangi* bir gösterge mevcut değildi.

1727 yılında genç Bernoulli bu konuyla ilgilenmeye başladığında Isaac Newton'un ölüm haberini aldı. Büyük doğa felsefecisi yaratıcılığın kaynağı haline gelmişti ve diğer keşiflerinin yanı sıra, katı cisimlerin davranışlarıyla ilgili üç ilkesiyle daima hatırlanacaktı:

1. İlke: Katı bir cisim, izlediği yoldan dışarı doğru herhangi bir kuvvetle itilmedikçe, düz bir çizgi üzerinde sabit hızla hareket eder (ya da hareketsiz durur).

2. İlke: Katı bir cisim, herhangi bir kuvvetle itilirse, daima hızlanır (ya da yavaşlar).

3. İlke: Birbirini iten iki katı cisim, birbirine eşit ve zıt yönde kuvvetler hisseder.

Basel'de Daniel Bernoulli'nin babası, eski zorlu rakibinin, "sıradan İngilizlerin" gözdesinin ölümü karşısında çelişkili duygular içindeydi. Bir yandan, dünyanın en saygın matematikçisi olduğunu bilmenin mutluluğunu yaşarken, diğer yandan da Newton'un ölümünün kendi ölümlülüğünü hatırlatmasının sıkıntısını hissediyordu.

Geriye doğruya bakıp fırtınalı meslek hayatını gözünün önüne getirdiğinde, altmış yaşındaki profesör kendini hayat tarafından tümüyle aldatılmış hissetti. Örneğin, yıllar önce sonsuz küçükler hesabı konusunda özel ders verip pek çok keşfini de açıkladığı Fransız matematikçi Marki de l'Hospital bile nankör biri haline dönüşmüştü. l'Hospital, sadece bu keşiflerin bazılarından kendine pay çıkarıp Bernoulli'ye geçmişteki hizmetlerinin karşılığını vermemekle kalmamış, aynı zamanda eski hocasından hak ettiği biçimde söz etmediği, sonsuz küçükler hesabıyla ilgili, satış rekorları kıran bir kitap da yayımlamıştı.

Ayrıca, karısı ve onun akrabaları da problem yaratıyordu: Onları memnun etmek için evden bir yere ayrılamıyor, dünyanın saygın üniversitelerinden gelen çok cazip teklifleri geri çevirmek durumunda kalıyordu. Sonuçta, bütün bir yaşamı boyunca aynı taşra üniversitesinin aynı kadrosuna çakılıp kalmıştı.

Bütün bunlardan daha fazla acı veren ve kendisini en çok kızdıran olay bunca yıllık uğraşılarına rağmen, Fransız Bilimler Akademisi'nin dünya çapında bilinen yarışmasında büyük ve parlak profesör Johann Bernoulli'nin birincilik ödülünü kazanamaması, hatta mansiyon dahi alamamış olmasıydı. Genç oğlu bile bu hedefte ondan bir adım öndeydi.

Newton'un ölümünün, binlerce mil uzaktaki St. Petersburg'da yaşayan Daniel Bernoulli'nin üzerinde bıraktığı etki ise

çok farklı olmuştu. Genç adam her ne kadar Newton ile hiç karşılaşmamışsa da, ona karşı kısmen ileride onun gibi biri olma arzusundan kaynaklanan duygusal bir bağ hissediyordu. Newton'a karşı beslediği duygularını Bernoulli, "Sahip olduğu meziyetleriyle ölümsüzleşen Newton'un başkalarıyla karşılaştırılamayacak yetenekleri vardı." biçimindeki sözlerle ifade etmiştir.

Çok sevdiği iki insanı yitiren genç Bernoulli, Euler'in en sonunda Rusya'daki akademiye gelişiyle mutlu olmuştu. Ayrıca, babasının bu on dokuz yaşındaki ödüllü öğrencisinin, kısa bir süre önce Fransız Bilimler Akademisi'nin yarışmasında Başarı Sertifikası'nı kazanmış olduğunu öğrenmek de Bernoulli'yi fazlasıyla heyecanlandırmıştı.

Euler'in bu uyarıcı zekâsı ve gençlik enerjisiyle neşesi yerine gelen Bernoulli, St. Petersburg Akademisi'ne yeni bir gözle bakıp takdir etmeye başlamıştı. Akademi bunu hak ediyordu, çünkü kuruluşundan bu yana geçen birkaç yıl içinde bu genç ve saygın kurum, fizikçilerin "kaymak tabakasını" bünyesine çekmiş ve onlara en iyi imkânları sunmuştu.

Euler, ileride bir gün bu durumu dile getirirken şunları söylemiştir: "Rusya Kraliyet Akademisi'nde bir süre çalışma fırsatını yakalayan ben ve benim gibiler, her şeyimizi burada bize sağlanan elverişli koşullara borçlu olduğumuzu kabul etmek zorundayız."

İzleyen yıllarda, Bernoulli ve Euler çok sayıda problem üzerinde ayrı ayrı ve ortak çalışmalar yürüteceklerdi. Her ikisi de, katılar ve akışkanlarla ilgili tarihi buluşlar yapacaklardı. Ancak Euler daha ziyade bir matematikçi gibi odasına kapanıp, kâğıt ve tüy kalemle çalışma yapmayı tercih ederken, Daniel daha en baştan ellerini laboratuvarda ıslatmadan edemeyeceğini göstermişti.

Euler'in gelişinden kısa bir süre sonra Bernoulli de, bir boru içinde akan suyun basıncını ölçmenin bir yolunu bulma çalışmalarına yeniden başladı. Değişik çaplardaki parlatılmış demir borularla çalışmasına rağmen, amacına bir türlü ulaşamıyordu.

Yaklaşık elli yıl önce, Edme Mariotte adlı zeki bir Fransız, bir borunun *içinde* akan suyun değil de, borunun ucundan *dışarı* fışkıran suyun basıncını ölçmeyi başarmıştı. Bunu, tahtadan yapılmış küçük bir tahterevallinin bir ucunu fışkıran suya tutup, diğer ucuna da kurşun bir bilye yerleştirerek gerçekleştirmişti. Suyun itişini dengeleyen ağırlığın miktarından kuvveti ve oradan da suyun basıncını hesaplayabilmişti.

Kuşkusuz, kan basıncını ölçmek için Mariotte'un yöntemini kullanmak akıllıca bir iş olmayacaktı, zira bu, bir insanın atardamarının kesilmesini ve büyük miktarlarda kanın dışarı fışkırtılmasını gerektirecekti. Bu nedenle Bernoulli için işin püf noktası, akışkanın basıncını onu dışarı akıtmadan veya boru içindeki akışını fazla bozmadan ölçebilmenin bir yolunu bulabilmekti.

1729 yılında Bernoulli bu konuyu düşünürken, Harvey'in kitabında okuduğu bir şeyi anımsadı. İnsanları diri diri kesip biçen Harvey, kitabında şöyle yazıyordu: "Bir atardamar ikiye ayrıldığında veya delindiğinde kanın buradan bütün şiddetiyle fışkırdığı görülecektir. Kalp atışı sırasında kan, bir yakına bir uzağa fışkıracaktır. Kanın en uzağa fırladığı an, kalbin büzüldüğü andır."

Bernoulli fışkıran kanın çıktığı *yüksekliğin*, atardamar içindeki *basıncının* doğrudan bir göstergesi olduğunu düşündü; atardamardaki basınç ne kadar fazlaysa kan da o kadar yükseğe fışkırmaktaydı. Kalbimiz büzülüp gevşedikçe, kan basıncımız da bir artıyor bir azalıyor ve bu da doktorların sırasıyla *büyük ve küçük* diye niteledikleri kan basınçlarına (tansiyonlara) karşılık geliyordu.

Harvey'in yolundan giden Bernoulli, borunun çeperine küçük bir delik açıp buraya cam bir pipet yerleştirdi. Borudan her zamanki gibi su akıtıp pipeti izledi, bekledi ve suyun deliğin yanından geçmesiyle birlikte, bir miktar suyun pipet içinde tırmanarak, belli bir yükseklikte durduğunu sevinç içinde gözlemledi. İşte başarmıştı! Bu yükseklik, borudan akan suyun basıncının bir ölçüsüydü.

Eğer su, cam pipet içinde yükseğe çıkarsa bu, o noktada, demir boru içindeki suyun basıncının da yüksek olduğu anlamına geliyordu. Öte yandan su pipet içinde çok az yükseliyorsa, o zaman da demir boru içinde akan suyun o noktadaki basıncı az demekti. Ne mutlu ki hiçbir durumda pipetteki su taşmamıştı.

Bu yepyeni ve parlak buluşunu başkalarıyla paylaşmaya can atan Bernoulli, o sıralar Moskova'da bulunan arkadaşı Christian Goldbach'a yolladığı mektupta, "Şu günlerde, su dağıtım şebekelerinin tasarımında çok yararlı olacak yeni bir şey keşfettim." diyordu, "Ancak bu, aslında fizyoloji alanında çığır açıcı bir dönemi başlatacaktır."

Bernoulli'nin bu kehanetini doğrularcasına, Avrupalı hekimler kısa bir süre içinde bu yeni buluşu kendi çalışmalarında kullanmaya başlamıştı. Doktorlar, artık kan almak için hastanın damarını kesmeye karar vermeden önce, ucu sivri bir cam boruyu doğrudan doğruya atardamarına sokuyorlardı.

Kan, delinen atardamardan sağa sola fışkırmadan akışını sürdürürken, çok küçük bir miktarı da cam borunun içine doluyordu. Kanın cam borudaki seviyesi ister yüksek isterse alçak olsun, hastanın kan basıncının bir ölçüsüydü (bu yöntem, İtalyan doktor Scipione Riva-Rocci'nin 1896 yılında günümüzde aşina olduğumuz acısız, şişirilebilir, kolluğa benzeyen tansiyon ölçme aletini keşfettiği güne kadar kullanılmaya devam etti).

Bernoulli, bu yeni buluşunun yalnızca tıp alanındaki değil, aynı zamanda akışkanlar fiziği alanındaki sonuçları karşısında da şaşkına dönmüştü. O günlerde Bernoulli alçakgönüllülükle şunları söylüyordu: "Yoğun biçimde uğraştığım bu fizik ilkeleri bana kendimi iyi hissettiriyor. Ne de olsa, bu ilkeler bana, akışkanların hareketleriyle ilgili pek çok yeni özelliği açığa çıkarmam konusunda yol gösterdi."

Gittikçe artan sessiz bir heyecanla, bu zorlu problemin Isaac Newton'u olmaya ilişkin yaşamının en büyük düşünü gerçekleştirmenin artık eşiğinde olduğunu hissediyordu. Ancak zaman, durup çocukluk çağı hayallerini hatırlama zamanı değildi.

Genç adam konuyla ilgili çalışmalarını ilerlettikçe ilk kez Leonardo da Vinci tarafından iki yüzyıl önce keşfedilen Süreklilik Yasası'nın doğru olduğunu gördü: Geniş bir borudan daha dar bir boruya akan su hızlanıyor, dar borudan daha geniş bir boruya akan su ise yavaşlıyordu.

Ancak Bernoulli'nin sonraki gözlemi bütünüyle emsalsizdi. Yavaş akan suyun (geniş boruda olduğu gibi) basıncının hızlı akan suya (dar boruda olduğu gibi) kıyasla daima daha yüksek olduğunu keşfetmişti. Bir başka deyişle, basınçla hız arasında sanki bir alışveriş vardı: Hız ne kadar düşükse basınç da o kadar büyüktü, ya da hız ne kadar yüksekse basınç da o kadar düşüktü.

Bernoulli'nin aklına birden Leibniz'in ünlü prensibi *Vis Viva*'nın Korunumu Yasası geldi. Babası ona bu yasanın sadece katılarla ilgili olduğunu öğretmişti. Şimdi ise genç adam, sıvıların da benzeri bir korunum yasasına uyduğunu gösteren bir kanıta rastlayıp rastlamadığını merak ediyordu.

Bernoulli'nin kalp atışları bu düşünceyle iyice hızlanmıştı, aynı biçimde beyninin çalışması da hızlanmıştı. Korunum ilkesi uyarınca, bir cisim havaya fırlatıldığında *vis viva*'sı -yani hareket enerjisi- ile yüksekliği arasında daima bir alışveriş gerçekleşiyordu. Eğer Bernoulli'nin önsezisi doğruysa, yeni ilkesi, akışkanın *vis viva*'sı ile basıncı arasında da benzeri bir alışverişi gerekli kılıyordu.

Ancak daha ileri gitmeden önce Bernoulli durup gelişmeleri gözden geçirme ihtiyacı hissetti. Leibniz'in *vis viva* formülü yalnızca katı cisimler için geçerliydi:

$$VIS\ VIVA = m \times v^2$$

Acaba bunu, akışkanları da içine alacak şekilde genişletmek mümkün müydü? Eğer mümkünse, bu nasıl yapılabilirdi? İşte genç Bernoulli bunları merak ediyordu.

Ne tuhaftır ki, bu soruların yanıtlarını bulması için hem Leibniz'in hem de Newton'un matematiksel düşüncelerine başvur-

ması gerekmişti. Bu iki kibirli rakip, hayatları boyunca hiçbir zaman aynı fikirde olmamışlardı; şimdi ise fikirleri en uygun biçimde bir araya gelmek üzereydi.

Kendine rehber olarak Leibniz'in sonsuz küçükler hesabını alan Bernoulli işe, bu karmaşık problemi sonsuz küçük parçalara bölerek başladı. Silindir şeklindeki bir borunun içinden akan suyu, sonsuz sayıda ve inanılmayacak ölçüde ince gofret dilimlerine bölünmüş olarak düşündü. Bu dilimler o denli inceydi ki, herhangi bir laboratuvar aletiyle ayırt edilmeleri olanaksızdı.

Bernoulli bu olağanüstü incelikteki su dilimlerinin birbirine çok yakın şekilde dizilmiş katı plastik diskler gibi, boru içinde birbirlerini iterek hareket ettiklerini düşündü. Aslında Bernoulli, makroskobik ölçekte akışkanlarla katılar birbirinden farklı davransa da, matematiksel hayal gücünün çok güçlü mikroskobuyla bakıldığında, akışkanlarla katıların özünde aynı şey olduklarını düşünüyordu.

Ardından Bernoulli, katılar gibi davranan hayali su dilimleri arasındaki itmeleri hesaplamak için Newton'un katı cisimlerin davranışlarını ele alan üç ünlü ilkesini kullandı. Son olarak da, net bir sonuca ulaşmak için dilimler arasındaki sonsuz sayıdaki etkileşmeleri toplarken Leibniz'in sonsuz küçük hesabından yararlandı.

Ağırbaşlı bir insan olan Bernoulli sevinçten dans ediyordu: Hesaplamaları sonucunda, Leibniz'in eski *vis viva* formülünün akışkanlar için geçerli olan bir yorumuna ulaşmıştı. Aslında, çok makul bir değişiklik dışında, iki formül birbirinin hemen hemen aynısıydı. Katı cisimlerin kütlesinin yerini akışkanların, Yunan alfabesindeki ρ (ro okunur) ile gösterilen yoğunluğu almıştı. Yeni formül şu şekildeydi:

$$VIS\ VIVA = \rho \times v^2$$

Örneğin, hızla akan çok yoğun bir şeker pekmezinin *vis viva*'sı, yani hareket enerjisi çok fazlaydı. Tam tersine, yavaş hareket eden çok seyrek bir alkolün *vis viva*'sı ise çok azdı. O an-

da Bernoulli'nin gözlerini dolduran sevinç gözyaşları gibi durağan akışkanların ise hiç *vis viva*'sı yoktu.

Dahası -ki işin en ilginç yanı buydu- Bernoulli'nin yapmış olduğu hesaplamalar, borularla yaptığı deneylerde edindiği izlenimi doğrulamıştı. Akışkanlar, eski *Vis Viva* Korunumu Yasası'nın kendilerine uyarlanmış biçimine itaat ediyorlardı. Bernoulli, "Dolayısıyla, su teorisine büyük bir keyifle yeni bir bölüm daha ilave ettim." diye yazacaktı.

Bizzat *vis viva* formülünde olduğu gibi, Bernoulli'nin akışkanlar için bulduğu korunum ilkesi de katılar için geçerli olan ilk korunum ilkesiyle neredeyse özdeşti. Aradaki tek fark, hareket eden akışkanlarda *vis viva*'nın, yükseklikle değil, basınçla alışveriş içinde olmasıydı:

$$\text{BASINÇ} + \textit{VIS VIVA} = \text{SABİT}$$

Matematiksel simgelerle ifade edildiğinde ve basınç için P simgesi kullanıldığında, Bernoulli'nin formülü şu hali alıyordu:

$$P + \rho \times v^2 = \text{SABİT}$$

Bernoulli'nin bu buluşu, siyasi bir konuda senatörleri kendi lehine oy vermeye ikna etmek için lobi faaliyetlerinde bulunan birinin yaptıklarına benzetilebilirdi: Bu kişi görüşmelerini ne kadar çabuk ve seri bir şekilde yaparsa -yani zamanını ne kadar çok bölerse- her bir politikacı üzerindeki baskısı da o ölçüde azalıyordu. Benzer biçimde akışkanlar da ne kadar hızlı hareket ederse (*vis viva*'ları da o ölçüde fazladır) çevrelerine uyguladıkları basınç da o kadar az oluyordu.

Bunun tersi de doğruydu. Lobi faaliyetleri yapan kişi görüşmelerini uzattığı ölçüde, her bir politikacı üzerinde daha fazla baskı kurabiliyordu; aynı şekilde akışkanlar da ne kadar yavaş hareket ederlerse (*vis viva*'ları da o ölçüde düşüktür), çevrelerine uyguladıkları basınç o kadar fazla oluyordu.

Bernoulli'nin bu akıl yürütme zinciri, bir atardamarda dolaşan kan için de pekâlâ geçerliydi. Kalbin her pompalamasında, atardamar bir balon gibi şişiyor (yani çapı artıyor) ve bu da Leonardo'nun eski Süreklilik Yasası'na uygun biçimde, damarın içinden akmakta olan kanın yavaşlamasına neden oluyordu. Bernoulli'nin yeni ilkesine göre bu süreç kanın *vis viva*'sının azalması ve basıncının artması anlamına geliyordu.

Kalp gevşediğinde ise atardamar tekrar daralıp eski haline dönüyordu. Bu durumda kan, daralan damarda daha hızlı akıyor -yani *vis viva*'sı bir anda artıyor- ve buna bağlı olarak da basınç azalıyordu. Bernoulli bunun, herhangi bir kanal içinde akan *bütün* sıvılar için geçerli olduğunu keşfetmişti.

Bir yüzyıl sonra Gustave Gaspard Coriolis adındaki bir Alman fizikçi, *vis viva*'nın başına $\frac{1}{2}$ çarpanını ilave edecekti. Alman fizikçi bunu, tümüyle farklı bir problem -Dünya'nın dönüşü- üzerinde çalışırken, sadece hesaplamalarında kolaylık olması amacıyla yapmışsa da önerdiği değişiklik kalıcı olmuştur. Dolayısıyla o günden sonra Bernoulli'nin ilkesi aşağıdaki gibi ifade edilmeye başlanmıştır:

$$P + \rho \times \frac{1}{2} \ v^2 = \text{SABİT}$$

Bu önemli denklem bir bakıma sadece sıvıların davranışlarını özetleyen bir denklem olmakla kalmamış, aynı zamanda Bernoulli'nin matematikteki başarısını da kanıtlamıştır. Otuz yaşındaki Bernoulli'nin bunu tesadüfen bulduğunu veya talihinin ona rehberlik ettiğini öne sürmek mümkün olsa da, yine de denklemin zarafeti, yalınlığı ve şiir gibi kısa ve öz oluşu, onun büyük bir gerçeği ifade ettiği konusunda herhangi bir şüpheye yer bırakmıyordu. Keşfinin yarattığı sarhoşluğun dinmesinin ardından Bernoulli hayretle şunları söylüyordu: "Doğanın bu çok basit kuralının bu kadar zaman bir sır olarak kalması gerçekten de son derece şaşırtıcı."

Kendini tutamayan Bernoulli bu buluşunu, başta bir kardeş kadar yakın gördüğü Euler olmak üzere, akademideki birkaç

arkadaşına anlattı. Euler de hiç fena değildi; astronomiden askeri silah teknolojisine ve karmaşık şekilli cisimlerin hareketlerine kadar çok farklı konularda Akademi'deki herkesten daha fazla sayıda bilimsel makale yayımlamıştı.

Euler'in şöhreti arttıkça, gittikçe yaşlanan eski hocasının Basel'den gönderdiği mektuplarda kendisi için kullandığı hitapların saygı derecesi de artıyordu. Birkaç yıl öncesine kadar Euler için "saygıdeğer meslektaşım" türünden orta karar hitaplar kullanırken, son mektuplarında Johann Bernoulli, hiç tereddütsüz "bilim dünyasının en bilgili ve yetenekli kişisi Leonhard Euler'e" biçiminde hitap etmeye başlamıştı.

Bunlar, kendisini özellikle tam o yıl çok daha bilgili ve yetenekli hisseden birinden alınan haklı övgülerdi. Yıl 1730'du ve sonunda "Fransız Kraliyet Bilimler Akademisi'nin 2500 Livre'lik büyük ödülünü" kazanan Profesör Johann Bernoulli kendini çok mutlu ve rahatlamış hissediyordu.

Daniel, babasının olağanüstü başarısını öğrendiğinde içinden eve dönmek geldi. Rus Akademisi'ndeki entelektüel özgürlükten ve kraliyet ailesinden gördüğü ilgiden memnundu, ancak burada artık işi kalmamıştı ve gerçeği söylemek gerekirse, soğuk iklimden hâlâ nefret ediyordu.

Sonraki iki yıl boyunca Basel Üniversitesi'ne geçmeye çalıştıysa da, ne yazık ki, akademi kuralarındaki şanssızlığını yenmeyi bir türlü başaramadı. Ne var ki, 1732 yılında tam vazgeçecekken sonunda şeytanın bacağını kırdı ve anatomi *ve* botanik bölümünde göz koyduğu bir öğretim üyeliği kadrosuna kapağı attı.

Bernoulli, Rusya'dan ayrılmadan önce, işinin çok önemli bir parçasını bitirmek için çalışmalarını hızlandırdı. İmparatorluk akademisinde çalıştığı yedi yıllık süre boyunca, çok değerli olan akışkanların akış denklemi de dahil olmak üzere, yaptığı tüm deneylerin sonuçlarını büyük bir el yazması kitapta toplamıştı.

Ancak, yayımlatmadan önce bir sonuç bölümü ilave etmek istiyordu. Bu nedenle Rusya'dan ayrılmadan önce, hemen hemen

tamamlanmış durumdaki bölümü en sevgili dostu ve meslektaşı Leonhard Euler'e bırakmaya karar verdi.

Ayrıca son bir jest olarak, Euler'in kendi yerine matematik öğretmeni olarak atanmasını da önerdi. İmparatoriçe I. Katerina bu önerisini yerine getirdi ama gidişine gönlünün razı gelmediği Bernoulli'nin, akademinin ömür boyu fahri üyesi olması konusunda da ısrar etti.

Dönüş yolunda bir ülkeden diğerine geçen Bernoulli, tıpkı bir çocuk gibi yolculuğun bir an önce bitmesi için can atıyordu. Yolculuğunun son ayağında, Paris'in hemen dışındaki bir yol üzerinde onu fazlasıyla mutlu eden bir olay geldi başına.

Seyahat ettiği at arabasındaki diğer yolcularla sohbet ederken, aralarında bulunan bir botanikçi adını sorması üzerine "Daniel Bernoulli" diye cevap verdi. Kendisiyle dalga geçildiğini sanan botanikçi de alaycı bir ses tonuyla "Ya öyle mi? Ben de Isaac Newton'um" dedi.

Daniel Bernoulli olduğunu ne kadar tekrarladıysa da, muhatabının ünlü Daniel Bernoulli olamayacak kadar genç göründüğünü iddia eden botanikçiyi bir türlü ikna edemedi. Ancak Bernoulli kim olduğunu ispatladığında şaşkınlık içinde kalan yolcu suskunluğa büründü ve yolculuğun geri kalan kısmında da ağzını açmadı.

Bernoulli içinden gülüyordu. Eğer şimdiden bu kadar ünlüyse, bilim dünyası el yazması kitabını okuduğunda neler olacak diye merak etmeye başladı. Tamamlanması için sadece son bir bölüm kalmıştı ve ardından onu hemen yayımlatacaktı.

Sonunda Basel'e ulaştığında üniversitenin akademi senatosu üyeleri, eski dostları ve halk tarafından bir kahraman gibi karşılandı. Hatta yaşlı babası bile onu nezaketle karşılamış ve evinde kalması için davet etmişti.

Genç Bernoulli'nin memleketindeki yeni yaşamına alışması uzun sürmedi. İklim iyiydi ve talihi de açık görünüyordu. Anatomi ve botanik öğretmeni olarak ders vermek hoşuna gidiyor, en önemlisi de el yazması kitabı üzerinde çalışmak için bol bol zaman bulabiliyordu.

Tam her şey yolunda gidiyormuş gibi görünürken, 1734'te Bernoulli'nin muhteşem geri dönüşü yerini gerçek bir kâbusa bıraktı. Bernoulli ile babası 1734 yılında Fransız Akademisi'nin yarışmasında birincilik ödülünü paylaşmak zorunda kalmışlardı.

İkisi de daha önceden birer kez birincilik kazanmış olmakla birlikte, oğlunun bu kadar genç bir yaşta bir matematikçi olarak kendisiyle eş ve belki de daha üstün tutulmasını kabullenmek babaya ağır geliyordu. Diğer yandan oğul da gençlere özgü kibiri saklamayacak kadar düşüncesizdi.

Bu nedenle akademinin bu sevindirici haberi son derece yıpratıcı bir gurur çatışmasına yol açmış ve sonunda da genç Bernoulli kendi evine taşınıp tüm enerjisini işine vermişti. Gün boyu ders verip öğrencileriyle ve fakültedekilerle toplantılar yapıyor; geceleri ise çok sevdiği akışkanlarıyla ilgili çalışmalarına devam edip yıl sonu gelmeden el yazması kitabını tamamlamaya çalışıyordu.

Bu anın gelmesini dört gözle bekleyen Bernoulli, kitabının 300 yıl önce Johann Gutenberg'in takıp çıkarılabilir matbaa harflerini keşfettiği ve o dönemde basımevleriyle meşhur olan Fransız kenti Strasbourg'da basılması için gerekli hazırlıkları yapmıştı. Her ne kadar basımevleri en modern basım tekniklerini kullanıyor olsa da, o günlerde basım ve ciltleme işlemleri çok ağır ilerliyordu.

Bu nedenle kitabın yayımlanması *üç yıldan* fazla bir zaman almıştı. Bernoulli'nin, erişkinlik dönemindeki çalışmalarını içeren kitabının basılı ve ciltli halini eline alabilmesi için 1738 yılına kadar beklemesi gerekecekti. Kitabın kapağını açtığında gözleri dolu dolu olmuştu, çünkü ilk sayfasında süslü bir şekilde, "*Hidrodinamik*, Yazan Johann'ın oğlu Daniel Bernoulli" yazıyordu.

Babasıyla tekrar kapışmamak ve onun suçlamalarının aksine saygısız bir evlat olmadığını göstermek için, bir kez daha alçakgönüllülük göstererek kendini Johann'ın oğlu olarak tanıtma yolunu seçmişti. Bunu babasının mirasına ve ününe duydu-

ğu sevgi ve saygının bir göstergesi olarak düşünmüşse de, sonuçta elinde Bernoullilerin mirası olan yersiz kavgalar ve ihanet kalacaktı.

Heyecan içindeki genç Bernoulli'nin yeni kitabının birkaç kopyasını güven duyduğu dostu Euler'e gönderdiği ertesi günden itibaren olaylar da bir trajediye dönüşmeye başladı. Euler'den bir kopyayı kendisine ayırıp diğerlerini, yeni İmparatoriçe Anna Leopoldovna ile birlikte, St. Petersburg'daki önemli meslektaşlarına dağıtmasını istemişti. Euler'e yazdığı mektupta "Bu eserimi minnettarlığımın bir göstergesi olarak kabul buyurmasını rica ettiğimi ve kesinlikle herhangi bir maddi karşılık beklentisi içinde olmadığımı İmparatoriçe'ye iletmeni rica ediyorum." demişti.

Aslında, maddi olmasa da, akademiden beklediği bazı şeyler vardı. Son yıllarda St. Petersburg'daki bu yeni akademi en az Paris, Berlin ve Londra'daki tanınmış üniversiteler kadar saygınlık kazanmıştı. Bu nedenle kitabı akademinin seçkin üyelerinin dikkatini çekebilirse, Bernoulli'nin ünü de önemli ölçüde artmış olacaktı.

Euler'den neredeyse on ay hiçbir yanıt alamamanın verdiği endişe ve merakla Euler'e bir mektup daha gönderen Bernoulli, bunun üzerine ondan düşünülebilecek en kötü haberi aldı: Yeni kitabı ile ilgili hiçbir tepki yoktu, çünkü kitabın kopyaları henüz ulaşmamıştı!

Şaşkın haldeki Daniel, meraktan çılgına dönmüş, bütün bir yıl boyunca Euler'in başının etini yeyip durmuş ama bir sonuç elde edememişti. Nihayet 1740 yılında, aradan geçen uzun bir sürenin ardından kitapların ulaştığı haberi geldi. Ancak, Euler'in değerlendirmesindeki cansız, donuk övgüler ve uzun süreli gecikmeyle ilgili olarak yaptığı kuşkulu açıklamalar Bernoulli'yi fazlasıyla üzmüştü.

Bernoulli'nin kitabının basılmasından bir yılı aşkın bir süre sonra yaptığı açıklamada Euler, kendisine baba Bernoulli tarafından da hareket eden akışkanlarla ilgili tümüyle özgün bir

araştırma içeren kimi el yazmalarının gönderildiğini söylüyordu. Yaşlı adam buna *Hidrolik* adını vermeyi uygun görmüştü.

Euler genç adama yazdığı mektupta, böyle bir el yazmanın varlığının tam anlamıyla şaşkınlık verici olduğunu, zira eski hocasının bu tür bir tasarı üzerinde çalıştığından kendisine daha önce hiç söz etmediğini yazıyordu. Yine de, saygıdeğer profesöre gönülden inanan Euler, el yazması kitabın ikinci bölümünü merakla beklemişti.

Nihayet 1740 yılında gelen bu son bölümü Euler, tam o sırada Basel'den gelen Daniel'in kitabıyla birlikte okumuştu. Mektubunun sonuna doğru Euler, her iki insana olan sadakat duygularının kendisini etkilemesine izin vermemeye çalışarak, bu iki çalışmayla ilgili görüşlerini kaleme aldığından bahsedip, genç Bernoulli'nin duygularını incitmemiş olmayı umduğunu yazmıştı.

Euler'in mektubu Daniel Bernoulli'yi altüst etmişti. Üç yıl sonra, yani 1743 yılında babasının kitabının basıldığını gördüğünde ise adeta yıkılmıştı. Yaşlı profesör, *Hidrolik* adlı kitabını, oğlunun *Hidrodinamik*'inden daha önce yayımlanmış gibi göstermek için yayıncıya kitabın basım tarihini "1732" olarak yazdırmıştı.

Dahası, kitabın önsöz kısmında Johann Bernoulli'nin en sevdiği öğrencisi Leonard Euler'in hayranlık ve övgü dolu değerlendirmesinden yapılan şu alıntıya yer verilmekteydi: "Keşfettiğiniz ilkelerin, içinden çıkılması zor problemlere kolayca uygulanabilmesi beni derinden etkiledi. İsminiz bu sayede gelecek kuşaklar arasında da saygıyla anılacaktır."

Bu kadarı bile Bernoulli için yeterince acı vericiydi ama Euler'in bu hararetli görüşlerini biraz daha okumaya devam edince, acısı tarifi imkânsız boyutlara ulaştı: "Ayrıca, suyun akışı dolayısıyla gemilerin yan yüzeylerinde oluşan basınç ile ilgili en anlaşılmaz ve en çapraşık soruna o kadar açık ve yalın bir çözüm getirdiniz ki, bu son derece çetrefil meseleyle ilgili olarak geriye istenecek herhangi bir şey kalmamıştır."

Daniel Bernoulli hiçbir zaman kanıtlayamayacak olmakla birlikte, babasını hırsızlıkla ve sözde dostu Euler'i de ikiyüzlü-

lükle suçlayacaktı: "Aslında babama en ufak bir şeyini bile borçlu olmadığım *Hidrodinamik* adlı eserimi bir anda çaldırdım ve böylece bir saat içinde on yıllık emeğimin meyvelerini yitirmiş oldum."

Bernoulli, yaşlı profesöre bu kinci hareketini tamamlaması için zaman kazandırmak amacıyla Euler'in kendisine cevap vermeyi kasıtlı olarak geciktirdiğine kanaat getirmişti. Hiç şüphe yok ki Euler, kendisine uzun yıllar boyunca ders verip bunca şey öğreten yaşlı profesöre olan vefa borcunu böylesine bir kurnazlıkla ödemiş ve yaşlı profesör de daha önce pek çok kez başarılarıyla kendisini küçük düşürüp dikkatleri üzerine çeken oğluna karşı böyle bir hileye başvurmuştu.

Acı içindeki Bernoulli, Euler'e şikâyetini şu sözlerle dile getirecekti: "Babam hak etmediği bir şeye sahip çıktı ve aslında ilk ve tek yazarı olduğum bir konudaki buluşlarımı göz ardı ettiğin övgü dolu mektubunu kitaba alarak mutsuzluğumu bir kat daha artırdı."

Daniel Bernoulli, akışkanların akış denklemini keşfeden ilk kişi olmanın getirdiği şöhreti kendisinden gasp ettiği için babasını asla affetmeyecekti. Daha da önemlisi, küçüklüğünden beri peşinden koştuğu, yaşadığı dönemin Isaac Newton'u olma hayalini yıktığı için de onu hiç affetmeyecekti.

Bu trajik olayların ardından Bernoulli, kendisiyle ilgili planı çok vasat çıkan Tanrı'ya kızgındı. Geleceği, *Bernoulli*'nin geleceğini önceden tahmin etmekteki yetersizliği çok acı bir şekilde ortaya çıkmış olan bilim konusunda da hayal kırıklığına uğramıştı.

Bu nedenle, ürkütücü kaderinin ve anlamsız, hedefsiz görünen meslek hayatının umutsuzluğa ittiği Daniel Bernoulli, sonunda kendi kaderinin kontrolünü eline almaya karar verdi: Matematiği bırakma kararı aldı. "Matematik yerine ayakkabıcılık sanatını öğrenmiş olmayı yeğlerdim. Ayrıca o olaydan beri kendimi artık matematikle ilgili bir konu üzerinde çalışmaya ikna edemiyorum. Zevk aldığım tek şey, gelecekte unutulacak ol-

sa da, kimi tasarılarımla ilgili olarak ara sıra kara tahta üzerinde yaptığım bazı çalışmalardır." diyordu.

Sondeyiş

Mitolojilerde, kuşlar gibi uçmak daima kolay bir şey gibi düşünülmüştür. Örneğin, 5. yüzyıla ait bir İskandinav efsanesinde Wayland adındaki bir silah yapımcısı kendine tüylerden bir giysi yapıp havanın sadece şu iki basit kuralına uyarak uçabilmişti: "Rüzgâra karşı kolayca yükselirsiniz. Alçalacağınız zaman ise rüzgârla *aynı yönde* uçun."

Gerçekte ise, kuşlar gibi uçmaya yönelik ilk girişimlerimiz daima felaketle sonuçlanmıştır. Ortaçağda, insanların kendi yaptıkları kanatları kollarına takıp yüksek kulelerden kendilerini bırakmaları yaygındı. Bütün kemikleri kırılarak bile olsa hayatta kalanlar şanslı sayılırdı.

Giovanni Borelli'nin insanoğlunun kas gücüyle ilgili olarak yaptığı benzersiz matematik çalışmalarının 1680 yılında yayımlanmasıyla, bütün dünya insan vücudunun uçmaya ne kadar elverişsiz olduğu konusunda ilk dersini almış oldu. "İnsanlardaki göğüs kaslarının gücü uçmak için gerekenin çok altında." diye iddia ediyordu Borelli.

Borelli'nin hesaplarına göre, insanların makul ölçülerde kanatlar kullanarak kendilerini yerden havalandırabilmeleri için normalden *yirmi* kat daha güçlü göğüs kaslarına gereksinimleri vardı. Borelli, insanoğlunun tek umudunun "tıpkı ince, uzun bir kurşun parçasının belirli bir miktar mantar bağlandığında su üzerinde yüzmesi gibi" havada *yüzmesine* imkân verecek biçimde vücudunun ağırlığını azaltmak olduğu sonucuna vardı.

Borelli'nin havada yüzen insanlar hayali, 1783'te Etienne ve Joseph Montgolfier kardeşlerin bir sıcak hava balonuyla havalanmayı başaran ilk insanlar olmalarıyla gerçeğe dönüşmüştü. Kâğıt ve keten bezinden imal ettikleri süslü balonlarıyla yerden pek fazla yükselememişlerse de, Montgolfier kardeşler bütün

dünyanın dikkatini üzerlerine çekmişlerdi -bu arada, kuşları ne denli korkuttuklarını söylemeye bile gerek yok!

Balonların havada durmasını açıklayan teori, Arkhimedes'in basit Kaldırma Kuvveti Yasası'ydı. Asıl problem ise, balonların nasıl kontrol edileceğiydi. 1785 yılında, Pilâtre de Rozier ve Pierre-Ange Romain adlı iki Fransız, kontrol mekanizması olmayan dev, hantal bir balonla Manş Denizi'ni geçmeye çalışırken düşmüşlerdi.

Balonlar, bilimsel açıdan *aerostatik* (hidrostatik teriminin hava ile ilgili karşılığı) olarak adlandırılıyordu, çünkü ağırlıklarını tümüyle durağan havanın kaldırma kuvveti taşıyordu. Buna karşın, havanın hareketiyle desteklenen araçlara *aerodinamik* (hidrodinamik teriminin hava ile ilgili karşılığı) adı verilmişti.

18. yüzyılda bu bilimsel ayrımlar, insanların uçuş konusunda yaşadıkları felaketlerin yanında ikinci planda kalmıştı. Bazı gözüpekler devasa aerostatik araçlarını kontrol etmek için sonuçsuz uğraşlar verirken, bazılarının da tuhaf areodinamik aygıtlarını yerden havalandıramayacak kadar şanssız oldukları görülmüştü.

Örneğin, 1742'de Marquis de Bacqueville kolalanmış keten bezinden yapılmış dört kanadı el ve ayaklarına takıp uçma girişiminde bulunmuştu: Seine Nehri'nin sol yakasından kendini boşluğa bıraktığında tıpkı bir kaya gibi düşmüş ve çamaşırcı kadınlardan birinin mavnasının üzerine çakılarak bacağını kırmıştı.

Sonraki yıllarda amatör havacıların ölümle sonuçlanan başarısız uçma girişimlerinin sayısı hızla artınca, uçabilme konusundaki iyimser yaklaşımlar tepe taklak oldu. 19. yüzyıla gelindiğinde, pek çok kişi tarihin bize, bir kartal gibi göklerde süzülmenin nasıl bir şey olduğunu asla öğrenemeden, bu dünyaya yapışık bir halde yaşamanın kaderimiz olduğunu söylemeye çalıştığını düşünmeye başlamıştı.

İngiltere'nin en ünlü fizikçilerinden biri olan William Thomson, "Havadan ağır uçma makineleri yapmak olanaksızdır." diyordu. Hatta ileri görüşlülüğün ve kararlılığın simgesi olan

Thomas Edison'un bile uçmayı başarabileceğimiz konusunda kuşkuları vardı: "Uçmakla ilgili umutlar tükenmiştir." sözleriyle bu konudaki karamsarlığını saklamayacaktı.

Tarih, 19. yüzyıl insanına sadece yerden yükselmeyle ilgili bilimsel çabalar konusunda değil ama aynı zamanda, geleceği tahmin etmeye yönelik bilimsel çalışmalar konusunda da kuşkulu olmayı öğretmişti. İki yüzyıl önce, Leibniz'in hayatın tedbir almayı gerektiren olaylarını önceden bilebilmek için sonsuz küçükler hesabını kullanma planı o denli başarısız olmuştu ki, Fransız oyun yazarı Voltaire bunu, Leibniz'in budala Dr. Pangloss tiplemesiyle temsil edildiği iğneleyici bir komedi olan *Candide* adlı oyununda alaya almıştı.

19. yüzyıla gelindiğinde, Leibniz'in yüzeysel-kolaycı rüyasından *herkesin* vazgeçtiği söylenemezdi. Gerçekten de, Avusturyalı rahip Gregor Johann Mendel'in kalıtım yasalarını keşfetmesi ve yine Avusturyalı psikiyatrist Sigmund Freud'un psikanalizin ilkelerini açıklamasıyla umutlar yeniden yeşermeye başlamıştı.

Felsefeciler yine, insan davranışlarının matematiğin ve bilimin mantıklı yasalarıyla önceden tahmin edilemeyecek kadar mantıksız olduğu konusunda çeşitli görüşler ileri sürüyorlardı. Pierre Simon de Laplace adlı zeki Fransız matematikçisi ise şunları söylüyordu: "Doğaya hareket veren kuvvetlerin tümü ve doğadaki varlıkların tümünün özel durumları bilindiği takdirde, ortada insan zekâsının çözemeyeceği belirsiz hiçbir şey kalmayacağı gibi, gelecek ve geçmiş de aydınlanmış olacaktır."

Çocukluğunda Montgolfier kardeşlerin maceralarını hayranlıkla izlemiş genç bir İngiliz şövalyesi olan George Cayley'in uçmak için kanatlarını çırpması gerekmeyen bir uçma makinesi yapmasıyla, havacılık alanındaki umutlar da tekrar yeşermeye başlamıştı.

Cayley'in uçağının, ("uçak, *aeroplane*" adını kendisi koymuştu), aerodinamik yapısı alabalığın hidrodinamik yapısına göre biçimlendirilmişti. Üzerinde hareketsiz, geniş bir kanadı andı-

ran bir uçurtma vardı. Görünümü pek estetik olmasa da günümüz modern uçaklarının habercisiydi.

Önceleri Cayley, sadece *insansız* planörler yapıp bunları denedi. Aldığı başarılı sonuçlar üzerine, 1849 yılında bunlardan birinin içine genç bir çocuğu oturtma cesaretini buldu. Bu aygıtın yerden birkaç metre yükselmesi Cayley'e çok büyük bir haz vermişti.

Bu başarısından cesaret alan şövalye, 1853'te yeni planörünün kokpitine oturmaya ikna ettiği arabacısını bir tepenin yamacından aşağıya itmişti. Küçük bir vadi üzerinde gerçekleşen uçuş başarıyla sonuçlanmışsa da, denemenin fazlasıyla sarstığı pilot, "Araba kullanmak için işe alınmıştım, uçmak için değil!" diye bağırarak hemen oracıkta işinden istifa etmişti.

Cayley'in nefes kesen başarısının ardından mucitler, sabit kanatlı bu uçan makinelere benzinle çalışan motorlar takmaya başladılar. Genel olarak, bu garip görünüşlü araçlar, yel değirmeni pervaneleriyle harekete geçirilen uçurtmalara benzemeye başlamıştı.

İzleyen yıllar içinde bu motorlu uçaklar uçarak -daha doğrusu hoplayıp zıplayarak- havacılık tarihindeki pek çok heyecan dolu kilometre taşının geçilmesini sağlamıştır. Ama son nokta, Kuzey Carolina'daki Kitty Hawk sahil kasabası yakınlarında Wright kardeşlerin gerçekleştirdiği tarihi uçuşla konulmuştur.

Wilbur ve Orville Wright kardeşlerin, Ohio eyaletinin Dayton kentinde bir bisiklet dükkânları vardı. Geçimlerini bisiklet tamiri ve imalatı yaparak sağlayan kardeşler, uzun yıllar boyunca edindikleri tüm mekanik bilgilerini benzinle çalışan bir uçak yapmak için seferber etmişlerdi.

Yeni uçan makinelerini tamamladıktan sonra, bölgedeki güçlü ve sürekli deniz rüzgârları nedeniyle ilk denemelerini Kitty Hawk yakınlarında yapmaya karar vermişlerdi. Tıpkı efsanedeki Wayland gibi, "rüzgâra karşı kolayca yükselirsiniz" ilkesine yürekten inanıyorlardı.

17 Aralık 1903, saat 10:35'te, gömleği rüzgârın etkisiyle bayrak gibi dalgalanan Orville heyecan içinde makineye yaklaştı ve sürücü koltuğuna yerleşip kardeşine motoru çalıştırması için işaret verdi. Bir anda kumlar üzerinde ilerleyip havalandı.

Sahil boyunca uçarken, bu sağı solu dökülecek gibi duran makineyi 12 saniye süreyle havada tutmak için sürekli kumandalarla boğuşmak zorunda kalmıştı. İşte bu kadar kısa bir süre içinde, Orville hem kendisini hem de kardeşini tarih kitaplarına sokmayı başardı.

Tarihte ilk kez bir insan tarafından idare edilen motorlu bir uçak, kayda değer bir süre boyunca havada kalmayı başarmıştı. Yolculuk sadece 12 saniye sürmekle birlikte, buna yerden tanıklık eden Wilbur'un da söylediği gibi, nihayet uçuş çağının eşiğine gelinmişti.

Geçen bunca yüzyılın ardından tarih, bu iş olamaz diyenleri yalancı çıkarınakla kalmamış, şu büyük gerçeği de kanıtlamıştı: Evet, kader çoğu kez bizi şaşırtmıştı, ancak bizim de kaderi şaşırtacak kadar gücümüz vardı.

Ne var ki, bir uçağın nasıl uçabildiğini hâlâ anlayamadığımızdan, gökleri fethetmenin hâlâ çok uzağındaydık. Wright kardeşlerin varlığına rağmen, nasıl ateş yakılacağını bilmedikleri halde yıldırımın yarattığı ateşi kullanan ilk insanlara benziyorduk.

Bununla beraber, 1871'den başlayarak bilim adamları kanatların aerodinamik yapısını incelemek amacıyla rüzgâr tünelleri inşa etmeye başladılar. Rüzgâr tünelleri aslında içinden havanın hızla aktığı büyük çaplı borulardı ve bunlar, içinden suyun hızla aktığı Bernoulli'nin borularını hatırlatıyordu.

Mühendisler bu rüzgâr tünellerinin içine minyatür uçak modellerini yerleştirip, hava akımlarını görünür hale getirmek için bir miktar metal tozu atıyorlardı. Bu açıdan, tıpkı nehirdeki su akımlarını görmek için tohum kullanan Leonardo da Vinci'yi taklit ediyorlardı.

Bu mühendislerden biri de Nikolay Jukovskiy adındaki bir Rus'tu. Rusların İstanbul kuşatması sırasında (MS 906) Rum-

ları korkutmak için dev süvariler biçimindeki uçurtmaları kullandığına ilişkin hikâyeyi dinledikten hemen sonra, altı yaşındaki Nikolay uçurtmalara âşık olmuştu.

Delikanlılık çağında tıpkı babası gibi bir askeri mühendis olmaya karar vermişti. Ancak, kader bildiğini okuyacak ve sonuçta Nikolay Jukovskiy, hiç tanımadığı ve kendisiyle hiçbir ilgisi olmayan Daniel Bernoulli'nin yolundan gidecekti.

Bernoulli gibi, Jukovskiy de matematiği ve akışkanlar içinde hareket eden katı cisimleri incelemeyi çok seviyordu -havaya karşı uçma mücadelesi veren uçurtmalar, en sevdiği çalışma alanlarından biriydi. Yine bir tesadüf sonucunda, 1868 yılında ünlü St. Petersburg Akademisi'nin yakınındaki bir okula kayıt olmuştu. Ancak derslerin niteliksiz oluşu ve zorlu iklim koşulları nedeniyle kısa bir süre sonra buradan ayrılacaktı.

Bunun ardından Moskova Üniversitesi'ndeki çalışmaları sırasında Jukovskiy, ünlü Bernoulli ailesinin sayısız başarısı ve başlarından geçen maceralar hakkında pek çok şey öğrenmişti. Bernoulli ailesinin fırtınalı öyküsünün uçurtma konusu kadar insanı büyüleyen bir çekiciliğe sahip olduğunu keşfetmişti.

Daniel Bernoulli'nin, babasıyla yaşadığı yürek parçalayan olaylara rağmen, Fransız Akademisi'nden *sekiz* ödül daha kazanıp toplam ödül sayısını ona çıkardığını okuduğunda Jukovskiy adeta büyülenmişti. Bu, daha sonraları on üç çocuğundan bir eksik, yani tam on iki tane ödül kazanan Euler tarafından kırılana kadar tüm zamanların en iyi rekoruydu.

Johann Bernoulli'ye gelince, daha başka bir ödül alamamış olmakla birlikte, oğlunu kötülemeye ve gelecek kuşakları etkilemek için kendini olduğundan farklı göstermeye devam etti. 1748'de, neredeyse kör, astımlı ve gut hastalığına yakalanmış biri olarak hayata gözlerini yumduğunda, tam yeni ödüller alacakken kaderin bir şekilde kendisine oyun oynadığı inancındaydı.

Daniel Bernoulli uykusundayken huzur içinde hayata gözlerini yumduğunda seksen iki yaşındaydı. O günlerde gözlerini yitirmiş olan Euler ise, o kadar gayretle çalışmıştı ki, yayımla-

nan çalışmalarının sadece başlıklarını içeren liste yüz sayfaya yakın tutuyordu.

Bütün bunları okurken Jukovskiy, St. Petersburg'da çalışmış olması ve hayatını akışkanlarla ilgili incelemelere adaması dolayısıyla, Daniel Bernoulli'ye karşı bir yakınlık hissetmişti. Ayrıca, Jukovskiy yüzyıl içinde her şeyin ne kadar çok değiştiğini görme fırsatını da bulmuştu.

Yaşadığı dönemde Bernoulli, kan basıncının nasıl ölçüleceği sorusuyla karşı karşıya kalmıştı. Şimdi ise Jukovskiy çok daha farklı bir soruyla, Cayley'in planörlerinin hayret verici başarısının ardından ortaya çıkan şu soruyla uğraşıyordu: Bir uçağın uçması nasıl mümkün olabiliyordu? Uçağı havaya kaldıran ve yerçekimine meydan okurcasına onu havada tutan şey tam olarak neydi?

Jukovskiy eğitimini tamamladıktan sonra, zamanının büyük bir kısmını bu çok önemli sorulara yanıt arayarak geçireceği Moskova Üniversitesi'ne öğretim üyesi olarak atanmıştı. Yıllarca süren ricalarının ardından, 1891 yılında üniversiteyi küçük bir rüzgâr tüneli inşa etme konusunda ikna edebilmişti.

Wright kardeşlerin şaşırtıcı başarısından iki yıl sonra, kırk dört yaşındaki Jukovskiy de tarih kitaplarındaki yerine doğru uçmak üzereydi. 1905 yılında, uçakların, Bernoulli'nin akışkanların akış denkleminin dile getirdiği bağıntı sayesinde uçabildiklerini ilan etmişti.

Jukovskiy'in keşfini anlayabilmek için sadece, gövdesinden koparılıp tabanı ve tavanı düz bir rüzgâr tüneli içine konulmuş olan minyatür bir uçak kanadını düşünmek yeterliydi. Kanadın alt yüzeyi düz, üst yüzeyi ise kavisliydi.

Tipik bir kanadın kesiti, aslında boyuna kesilmiş bir gözyaşı damlasının üst yarısını andırıyordu. Tıpkı gerçek uçuşta olduğu gibi, rüzgâr tünelinin içinde de yarım gözyaşı şeklindeki kanadın küt tarafı rüzgâra doğruydu ve havayı bıçak gibi kesiyordu, sivri tarafı ise arkada kalıyordu.

Rüzgâr tünelinin içinde kanat, üzerine doğru gelen havayı ister istemez bir üst hava akımı bir de alt hava akımı olmak üze-

re ikiye ayırıyordu. Üst hava akımı rüzgâr tünelinin düz tavanı ile kanadın üst yüzeyi arasından geçiyordu. Alt hava akımı ise kanadın alt yüzeyi ile rüzgâr tünelinin düz olan tabanı arasından akıyordu. (Aslında, tünelin "tavanı" atmosferin üst tabakası, "tabanı" da yer işlevi görmekteydi.)

Jukovskiy üst hava akımının alt hava akımına göre biraz daha dar bir yerden geçtiğini fark etmişti. Bunun sebebi, kanadın biraz bombeli olan üst yüzeyinin tavanla kanat arasındaki alanı daraltmasıydı.

Leonardo da Vinci'nin Süreklilik Yasası'na göre Jukovskiy, üst (daha dar yerden geçen) hava akımının, alt (daha geniş yerden geçen) hava akımına göre daha hızlı olması gerektiğini düşündü. Nehir suyunun dar bir boğazdan geçerken hızlanmasının sebebi de aynıydı.

Bernoulli'nin akışkanların akış yasasına göre Jukovskiy, alt (daha yavaş akan) hava akımının, üst (daha hızlı akan) hava akımına göre daha fazla basınç uyguladığı sonucuna vardı. Yani, kanadı yukarı yönde iten hava basıncı, onu aşağı yönde iten hava basıncından daha *büyüktü*.

Peki varılan sonuç neydi? Uçakların uçabilmesinin nedeni, kanatlarının altındaki basıncın, kanatlarının üzerindeki basıncı yenebilmesiydi. Bir başka deyişle, uçakların yerden yükselebilmesinin sebebi, kanatlarının, altlarından geçen havanın nispeten yüksek olan basıncıyla *yukarı doğru itilmesiydi* (ya da uçaklar uçuyordu, çünkü kanatlarının üzerinden geçen hava akımının yarattığı nispeten düşük basınç onları yukarı *çekiyordu*).

İzleyen yıllarda, 20. yüzyıl tarihçileri Jukovskiy'in bu olağanüstü açıklamasının bir dönemi kapayıp yeni bir dönemi açtığını öne süreceklerdi. Uçakların yerçekimini nasıl alt edebildiği nihayet anlaşıldıktan sonra, modern havacılık mühendisleri artık sadece ellerini değil, akıllarını da kullanarak uçan makineler tasarlayabiliyorlardı.

Türümüzün, bir kuş gibi süzülen bir uçak yapması ve mağaraların çevresinde hantal hantal dolaştığı günlerden, onların

üzerinden uçarak geçtiği günlere gelebilmesi için *milyonlarca* yıl geçmesi gerekmişti. Bununla birlikte, uçakların nasıl uçabildiklerini tam olarak öğrenmemizin ardından, Kitty Hawk üzerindeki uçuş ile uzay uçuşlarına geçişimiz arasında sadece *elli* yıl olması çok ilginçtir.

Bütün bunlar, Daniel Bernoulli'nin hidrodinamik konusunda yeni ufuklar açan çalışmaları ve bu çalışmaların Jukovskiy ve diğerlerine insan neslinin ayaklarını yerden kesme imkânını vermesi sayesinde gerçekleşmişti. Ne gariptir ki, pek çok ders kitabında meşhur "akışkanların akış denklemi"nden sadece Bernoulli ilkesi şeklinde bahsedilmekte ve bununla hangi Bernoulli'nin kastedildiği anlaşılmamaktadır.

Bu yaklaşım sanki, denklemi ilk keşfedenin Daniel Bernoulli olduğundan ciddi bir şüphe duyulduğunu değil, baba ve oğlun kaderinde, sonsuza dek kazananın tam belli olmayacağı bir çekişmeyi sürdürmek olduğunu ima ediyor.

$$\nabla \times E = -\partial B / \partial t$$

Soylu Yasa

Michael Faraday ve Elektromanyetik İndükleme Yasası

İnsanoğlunun bilinçli bir çabayla hayatını yüceltme konusundaki kesin kabiliyetinden daha fazla cesaret verici bir gerçek tanımıyorum.

Henry David Thoreau

O akşam, on dokuz yaşındaki Michael Faraday ve arkadaşları Profesör Tatum'un evinden çıktıklarında, Faraday bir an durup kısa bir süre önce Dorsett Caddesi boyunca yerleştirilen gaz lambalarına hayretle baktı. İçinde yaşadığı dünyanın olumlu yönde ne kadar da hızlı değiştiğini düşündü: Gaz lambaları, geceleyin Londra caddelerinde yürümeyi daha güvenli hale getirmişti -gerçekten de, şehrin caddelerinin bu şekilde parlak lambalarla aydınlatılmaya başlanmasından bu yana suç oranı hızla düşmüştü.

Avrupa'da bir teknoloji devrimi fırtınası esmekteydi ve Faraday büyük bir sabırsızlıkla bunun bir parçası olmayı istiyordu: Profesör Tatum'dan ders almasının nedeni buydu. Onun ve gruptaki diğer arkadaşlarının üniversiteye gitmek için maddi durum-

ları uygun değildi; hepsi fakir ailelerden geliyordu ama etiketin çok önemli olduğu yaşadıkları toplumda kendileri için uygun görülen toplumsal rolü değiştirme arzusuyla yanıp tutuşuyorlardı.

Faraday bir ciltçi çırağıydı. Önceden çizilen kaderine boyun eğseydi, İngiltere'nin üst tabakasından kişiler için kitap ciltlemekten öteye gidemeyecekti. Neyse ki, kötü talihini alt etme arzusunu anlayışla karşılayan bir ustaya sahip olması sayesinde genç Faraday, kendini doğanın gizemleri konusunda yetiştirmek üzere bazı akşamlar izin alıp, Profesör Tatum'un evine gidebiliyordu.

Profesör Tatum o akşam Luigi Galvani'nin keşfettiği "hayvan elektriği" konusu üzerinde durmuştu. İtalyan anatomi bilgini 19 yıl önce 1791'de, elektrik kıvılcımlarıyla ilgili deneyler yaparken, bu kıvılcımların yakındaki ölü kurbağaları kıpırdattığını fark etmişti. Heyecan içindeki Galvani kendinden çok emin bir şekilde, bu olayın elektriğin bütün varlıklardaki canlılığın kaynağı olduğunu gösterdiği sonucuna varmıştı.

Bu dikkat çekici keşfi işitmek, daha bir hafta önce babasını yitiren Faraday için özellikle ilginçti. Genç adam dersin sonunda evine dönmeye hazırlanırken, Galvani'nin gerçekten de yaşamı yaratmanın bir yolunu bulup bulmadığını merak ediyordu.

Paltosunu giydi, arkadaşlarıyla vedalaştı ve şehrin loş ışıklarında gözden kaybolmalarını izledi. Sonbahardı ve yoğun sis Faraday'ın bir an duraksamasına yol açmıştı: Ailesi Londra'nın bu kesimine yeni taşınmıştı ve hâlâ doğru yönü bulmakta zorlanıyordu.

Donuk bir gülümsemeyle, kimsenin böyle bir mahallede kaybolmayı istemeyeceğini düşündü. Halinden şikâyetçiydi: Babalarının kendilerine sağlayabildiği ancak bu kadardı ve şimdi ise, annesine ve kendinden küçük kardeşlerine bakmak için mütevazı çırak maaşından başka bir geliri olmaması yüzünden her şey daha da kötüye gidebilirdi.

Eve doğru yürürken yarı yolda durumundan şüphelenen bir polis memuru tarafından durdurularak sorguya çekildi ve daha sonra yoluna devam etmesine izin verildi. Genç Faraday, için-

den bir gün her şey değişecek diye geçirdi: Bir gün saygı duyulan bir doğa felsefecisi olacak ve herkes kendisine bir beyefendi gibi davranacaktı.

Bir süre sonra, Weymouth Caddesi'ne dönen köşeyi geçen Faraday, 18 no.lu evin penceresindeki mum ışığını görünce rahatladığını hissetti -bu ona büyüdüğü yuvanın sıcaklığını anımsatıyordu. Babasını ne kadar çok özlediğini de anımsattığından, kendini aynı zamanda korkunç derecede yalnız ve üzgün de hissediyordu.

Genç adam o gece yatağında geç saatlere kadar, kimse duymasın diye yüzü yastığına gömülü halde, hıçkıra hıçkıra ağladı. Babasını o günlerde kimyayı sevdiğinden çok daha fazla seviyordu.

Genç Faraday, ailesinin şehre taşınmadan önce yaşadıklarını, eski ahırlarının çatı arasında oyun oynadığı günleri anımsadı. Tahta döşemeler arasındaki bir delikten düşmüş, o sırada alt katta her zamanki gibi örsü başında çalışmakta olan babasının güçlü kolları sayesinde ölümden dönmüştü.

Yaşadığı acıların etkisiyle genç Faraday, doğduğundan beri içinde bulunduğu bu gurur kırıcı durumdan kendini kurtarmaya karar verdi. Evet, ailesine bakabilmek için ciltçide çalışmayı tabii ki sürdürecekti, ama uzun vadede kendini yetiştirip bir kimyacı olma konusunda da kararlıydı.

Babasının yokluğunun yasını tutan ve belirsiz geleceğini kafasında şekillendirmeye çalışan Faraday uykusunun geldiğini hissetti. Gözleri ağırlaştı ve düşünceleri son olarak Profesör Tatum'un derslerine kaydı.

Galvani, elektriğin yaşamın bir kıvılcımı olduğuna inanıyordu. Faraday, haklı olup olamayacağını düşündü. Gerçekten de bilim adamları statik elektrik hakkında o kadar az şey biliyorlardı ki, bu düşüncenin hemen bir çırpıda silinip atılması olanaksızdı.

Uykuya olan gereksinimi arttıkça bilimsel hayal gücü onu esir almıştı. Geçen hafta babası son nefesini verirken, acaba ona daha dikkatli baksaydı ne olacaktı? Acaba, karanlıkta, ba-

basının ölmek üzere olan bedeninden çıkan zikzak şeklindeki parlak statik elektrik kıvılcımlarını görebilecek miydi? Bu soruların hastalıklı bir nitelik taşıdığının farkındaydı, ancak bir yandan da henüz tomurcuklanmaya başlayan bilimsel merakını kışkırtıyorlardı.

Genç adam nihayet uykuya dalmışsa da, o gece, Galvani'nin kıvılcımı içinde bir şeyleri canlandırıp uyandırmıştı. Bu, babasının ölümüyle ilgili soruların ve İtalyan anatomi bilgininin cesetlerle ilgili teorisinin de ötesindeydi; yeni bir bilimin ilk işaretleriydi.

Ancak bunun tam olarak ifade edilmesi ve kabul edilmesi için ciltçi çırağının, soylu bilimsel kurumların umursamazlığı ve kendini beğenmişliğiyle mücadele etmesi gerekecekti. Bu çok zorlu ve olağanüstü mücadelenin sonunda, bir demirci ustasının oğlu olan bu genç, müthiş zekâsı ve insanları şaşkınlığa düşüren bir denklemle bütün dünyayı sarsacaktı.

Veni

Yıl 1791'di ve uygar dünya, daha önce hiç örneğine rastlanmayan kapsamlı sınıf çatışmalarının yarattığı sancıyı yaşıyordu: Birdenbire, hem Eski hem de Yeni Dünya'daki sıradan insanlar kurulu düzene karşı ayaklanarak kendi durumlarını iyileştirmeye çabalıyordu.

Yeni Dünya'da Amerikan kolonileri kısa bir süre önce benzeri daha önce hiç görülmemiş bir bildiri olan "Bağımsızlık Bildirgesi"ni kaleme almış ve İngiltere'den bağımsızlıklarını kazanmışlardı. Şimdi ise Eski Dünya'da, alt tabakaya mensup Fransızların Paris'teki Bastille hapishanesini ele geçirmesi üzerine, XVI. Louis "İnsan ve Yurttaş Hakları Bildirisi"ni imzalamaya istemeyerek de olsa razı oluyordu.

Dahası, aşağı yukarı aynı dönemlerde, Amerika ve Avrupa'daki işçi sınıfı da yine eşi görülmemiş bir devrim olan Endüstri Devrimi'nin acımasız şartlarına boyun eğmek zorunda kalıyordu. Örneğin, İngiltere'de sayıları binleri bulan dokuma

işçisi, buhar gücünü kullanan Endüstri Devrimi ordusunun kuşatması altındaydı.

Endüstri Devrimi elli sekiz yıl önce, John Kay'in uçan mekiği -dokuma işlemini, *eğiricilerin* iplik talebini karşılayamamasına yol açacak kadar hızlandıran bir aletti- keşfettiği 1733 yılında başlamıştı. Daha sonra 1765 yılında, James Hargreaves'in sekiz pamuk elyafını birden eğirebilecek bir makineyi icat etmesi üzerine bu kez de, *dokumacılar* yavaş kalmaya başlamıştı.

1787'de ise, Rahip Edmund Cartwright dokumacıların eğiricilere ayak uydurabilmesini sağlamakla birlikte, pamuk yetiştiricilerini daha fazla hammadde üretmeye zorlayan dokuma makinesini keşfetmişti. Daha fazla pamuk üretimi problemi de birkaç yıl içinde çözülecekti; Eli Whitney, ham pamuktaki tohumları bir insandan iki yüz kat daha hızlı ayıracak bir pamuk makinesi icat edecekti.

1791'e gelindiğinde Endüstri Devrimi'nin yüksek hızlı makineleri verimliliği ve kârı tüm zamanların en yüksek değerlerine ulaştırmıştı. Ancak bütün bunlar, kısa sürede zengin olmak için bu yeni ve acayip makineleri kullanan işverenler tarafından sömürülüp sonra da işten çıkarılan işçi sınıfının zarar görmesi pahasına yapılmıştı.

İngiltere'nin gelişmekte olan sanayi merkezlerinden uzakta, taşrada yaşamlarını sürdüren James ve Margaret Faraday bile bu hızlı gelişmeden fazlasıyla etkilenmişti. James çocukluğundan itibaren usta bir demirci olmak için çok çaba göstermişti; şimdi ise mükemmel bir biçimde işlediği eserleri, makine yapımı ürünlerin her geçen gün artmasıyla sürekli değer yitirmekteydi.

Daha fazla iş bulabilmek amacıyla James, ailesiyle birlikte Londra yakınlarındaki Newington kasabasına taşındı; daha fazla para kazanmaya çok ama çok ihtiyacı vardı. Geçmişte, ailenin geçimine destek olmak için karısı yarı zamanlı olarak hizmetçilik yapmıştı, ancak bu, Margaret'in üçüncü çocuklarına hamile olması nedeniyle artık mümkün değildi.

Yaprakların dökülmeye başladığı Eylül ayının 22'sinde, Michael adını verdikleri bir erkek çocukları olmuştu. Çocuğun gözleri henüz pek seçilmiyordu, ama daha şimdiden o küçücük kırmızı yüzünde etrafındaki toplumsal kargaşadan kaynaklanan acıyı ve feryadı okumak mümkündü.

Yeni doğan bebeğin sevince boğduğu Faraday çifti bir yandan da müthiş endişeliydi; James'in hemen sürekli bir iş bulamaması halinde bu çocuğa -*bütün* aileye- ne olacaktı?

Bu umutsuz günlerdeki tek dayanakları, daha önce de pek çok kez olduğu gibi, İsa'nın bu zor dönemde kendilerine yardım edeceğine yönelik güçlü inançlarıydı. Faradaylar, oğulları tarafından daha sonra "Hıristiyanlığın çok küçük ve adı sanı duyulmamış bir mezhebi" biçiminde nitelendirilecek olan Sandeman mezhebinin sadık üyeleriydi.

Kiliselerinin kurucusu olan Robert Sandeman, Kutsal Kitap'ın yorumlanmasıyla ilgili dini tartışmalardan kaçınan bir insandı. Düşüncelerini şu sözlerle ifade etmişti: "Tanrı'nın varlığı, doğadaki karmaşık düzenlerden bellidir. O'nun varlığından şüphe edenler, gözlerini yukarı kaldırıp göklere baksın. Tüm şüpheleri yok olacaktır." Robert Sandeman için işte her şey bu kadar yalın ve basitti.

Sandeman mezhebinin ilk üyeleri çoğunlukla İskoç Presbiteryen Kilisesi ile İngiliz Kilisesi'nden ayrılan insanlardan oluşuyordu. Bu kiliselerdeki vaazların kendileri için aşırı kuramsal gelmeye başlaması üzerine sonunda, İsa'nın havarilerinden istediği çocuksu inanca önem veren bir mezhep yaratmışlardı.

Bu, başka şeylerin yanı sıra, Faradayların resmi eğitime pek fazla inanmadıkları anlamına da gelmekteydi. Bu nedenle, Londra'nın kuzeyine taşındıkları 1796 yılında, sabit bir gelir elde edebilme arayışları hâlâ devam ederken, çocuklara okulda başarılı olmaları yönünde en ufak bir telkinde bulunulmuyordu. Daha da kötüsü, yakınlardaki köhne bir mahallede bulunan okul da, pek çaba sarfetmeyi gerektirmiyordu.

İzleyen yıllarda ailesi, Michael Faraday'ın okuldaki durumu ile yalnızca, Michael'in ağabeyi Robert'e sürekli olarak "Wabert" demesi nedeniyle cezalandırılmak istenmesi sırasında ilgilenmişti. Öğretmen, Robert'i dayak atmak üzere sopa almaya göndermiş, ancak Robert bunun yerine hemen eve gidip durumu annesine anlatmıştı.

Hz. Süleyman'ın "Oğluna sopa atmaya kıyamayan onu sevmiyor demektir. Oğlunu seven ise onu terbiye etmeye özen gösterir." uyarısını gözeten Sandeman mezhebi üyeleri bedensel cezalandırmaya inanıyorlardı. Ancak, kendi mezheplerine mensup olmayan birisi tarafından bu cezanın verilmesi onlar için kabul edilebilir bir şey değildi. Robert'in anlattıklarını dinledikten sonra Margaret Faraday hiç vakit kaybetmeden çocuğunu başka bir okula naklettirmişti.

Genç Faraday cezadan kurtulmasına kurtulmuştu ama, aldığı eğitim hem nitelik hem de nicelik açısından daha da kötüleşmişti. Bu yeni okulun ilkine göre daha da kötü olması yetmiyormuş gibi, ailesi yine sadece bedensel, ruhsal gelişimiyle ve mutluluğunu sağlamakla ilgileniyor ve eğitimi konusunda teşvik etmiyordu.

Sonraları Faraday bunu şu sözlerle anlatacaktı: "Eğitimim, sıradan bir gündüz okulunda okuma, yazma ve aritmetikle ilgili ön bilgilerden oluşan son derece alelade bir eğitimdi." Cezadan kurtulduktan yıllar sonra bile ağabeyi Robert'in adını hâlâ "Wabert" şeklinde telaffuz etmesinin nedeni yaramazlık değil, doğrusunu söyleyememesiydi.

"Okul dışındaki zamanım sokaklarda geçiyordu." diye hatırlayacaktır Faraday yıllar sonra. O ve gürültücü arkadaşları sokaklarda boş boş geziyor ve sonra da oturdukları virane evin yakınındaki dar bir sokakta bilye oynamak için toplanıyorlardı.

O yıllarda Faradaylar, İngiliz hükümetince yardım olarak verilen haftada birkaç somunla yaşamlarını sürdürmekteydi. Ne tuhaftır ki, durumları daha da kötüleştiğinde bile Faradaylar mutlu bir aile olarak kalmasını bilmiştir.

Aslında, Sandeman mezhebi üyeleri en çok beş parasız olduklarında mutlu olurlardı. Yoksulluk onlara, kendisi de yoksul olan İsa'nın İsrailoğullarını, "Zengin bir adamın Tanrı'nın buyruğuna girmesi, bir devenin iğne deliğinden geçmesi kadar zordur." diyerek uyardığı günleri anımsatıyordu.

Bu nedenle, Sandeman mezhebi üyeleri Tanrı'nın tek oğlu olan İsa'nın merhametine olan inançları sayesinde çok az şeyle yetinen ve hayatlarını sürdürebilen dayanıklı ve gösterişsiz insanlardı. Aslında, Tanrı'nın öldükten sonra cennete gitmeleri için Sandeman mezhebi üyelerini özellikle seçmiş olduğuna inandıklarından, aforoz edilme tehdidi dışında onları korkutan fazla bir şey yoktu.

Bu aforoz edilme tehlikesinin fazlasıyla ciddiye alınması yüzünden, bütün bir hafta kendi hallerine bırakılan genç Faraday ve diğer Sandeman mezhebi üyelerinin çocukları, cumartesi öğleden sonra mutlaka kilisede hazır bulunmak zorundaydılar. Geçerli bir mazeret olmaksızın, bir kere için bile olsa buna uyulmaması kiliseden atılmak için bir neden sayılıyordu.

İyi bir mezhep üyesi olarak yetişmiş olmasına rağmen, çağdaş İngiliz toplumunun gözünde Michael Faraday yoksul, cahil bir sokak çocuğundan farklı değildi. Dahası, on üç yaşına bastığında yalnızca zar zor okuyup yazabilmesini öğrenmiş olmasına rağmen okuldan tamamen ayrılma zamanı da gelmişti.

İşçi sınıfının geleneklerine göre, genç adamın artık bir iş bulması gerekiyordu. İzleyeceği yol çok açıktı: Bir tür çıraklıkla işe başlayacak ve bu süre içinde hem kendisinin hem de evlenmek için seçeceği kişinin geçimini temin etmesi için gereken becerileri kazanacaktı.

Normal şartlarda James Faraday oğlunun bir demirci olmasını arzu ederdi. Ne var ki, şartlar hiç de normal değildi ve İngiltere'nin, Fransa ile savaşa girmiş olması durumu daha da tehlikeli bir hale sokmuştu.

Genç Faraday'ın gelişme döneminde, Fransa'daki emekçi sınıf XVI. Louis ve Kraliçesi Marie Antoinette'i giyotine gönder-

mişti. 1804'te ise, burjuva sınıfı yeni imparatorları olarak, Endüstri Devrimi'nin ürünü olan yeni ve ölümcül askeri makinelerin yardımıyla dünyayı ele geçirmeyi düşünen Napoleon Bonaparte adında emperyalist bir generale taç giydirmişti.

Bonaparte, deney ve keşif için verimli bir ortam sağlama vaadiyle dünyanın çeşitli yerlerindeki yetenekli genç bilim adamları ile mühendisleri Fransa'ya çekmişti. Bunların arasında özellikle, Fransa'nın yardımı sayesinde bağımsızlığını kısa bir süre önce kazanmış olan Amerikalılar ağırlıktaydı. O dönemde, Robert Fulton adındaki Amerikalı bir mucit Seine Nehri'nde buhar gücüyle çalışan teknelerle ilgili çalışmalar yapıyordu.

Geleceğin buharın ve buhar gücünü iyi ya da kötü yönde kullananların olacağı açıkça görülmekteydi. Bu nedenle, kabullenmesi her ne kadar üzücü de olsa, baba Faraday oğlunun kendi yolundan gidemeyeceğini -gitmemesi gerektiğini- biliyordu.

Neyse ki, her şey tümüyle kötü değildi. Otomasyon arttıkça, Michael Faraday gibi vasıfsız, yoksul ve eğitimsiz gençler için iş imkânları da artıyordu. Dolayısıyla, Faraday'ın önünde pek çok iş imkânı vardı ve seçenekler üzerinde iyice düşünme imkânı bulabilmişti.

Yine de, bunların içinden bir seçim yapamayan genç Faraday ilginç olduğu kadar önemli sonuçları da ortaya çıkacak olan geçici bir karar vermişti: Thames Nehri'nin yanlış tarafından gelen bu yarı okuryazar genç, Bay George Riebau tarafından işletilen yakındaki bir kitapçıda getir götür işlerine bakacaktı.

İşi okuma yazma gerektirmiyordu. Gerçekten de, yapması gereken tek şey sağa sola koşuşturmaktı ve bir zamanlar bu konuda oldukça deneyim kazanmıştı. Maaşı fazla sayılmazdı, ama yine de burada çalışmak, şehrin dört bir yanında sayıları hızla artan ve kötü sağlık koşullarının hâkim olduğu sıkıcı ve tehlikeli işyerlerinde hapsolup kalmaktan daha iyiydi.

Zaman içinde ortaya çıkacağı gibi, işin cazip olmasının bir başka sebebi daha vardı. Faraday farkında olmasa da, sanayileşen Avrupa'da kısmen baskı makineleri ile motorlu teknelerin

kitap üretimi ve dağıtımını kolaylaştırıp ucuzlatması nedeniyle, okuryazarlık oranı hızla yükselmekteydi. Bu nedenle, insanlar eskisinden çok daha fazla sayıda kitap satın alıyor ve dağıtımdan sorumlu Faraday'a da sürekli iş çıkıyordu.

Kitaplara yönelik bu artan ilgiden etkilenen genç Faraday'ın basılı sözcüklere olan tutumu da yavaş yavaş değişikliğe uğramaya başlamıştı. Bu mucizevi dönüşümü daha da teşvik eden şey, Riebau'nun dükkânının arka tarafında yapılan faaliyetleri görmesi olmuştu; burada sayfalar dolusu metin ciltlenerek kitaba dönüştürülüyordu.

İşin bu yönü genç Faraday'ı o kadar etkilemişti ki, 1805 yılında çırak olmaya karar verdi. On dört yıllık yaşamında ilk kez sokaklardan uzaklaşmıştı. O yaşına dek bir kez olsun kütüphaneye gitmemişti, ne var ki izleyen yedi yıl içerisinde Faraday'ın elinden, dünyanın her tarafından gelen bir kütüphane dolusu kitap geçecekti.

Henüz acemi olduğundan öğreneceği çok şey vardı ve iş de pek kolay değildi. Pek az insanda olup hantal makinelerin hiçbirinde bulunmayan bir zihinsel yoğunlaşma ve el becerisi gerektirdiği için kitap ciltçiliği Endüstri Devrimi sonrasında da ayakta kalabilen birkaç meslek dalından biriydi.

Faraday, baskı makinesinden aldığı sayfaları dikmesini, kırkmasını ve sonra da el yapımı deri bir kapağa yapıştırmasını öğrenmişti. Bu işlem bilimsel bir hassaslık gerektiriyordu; sonuçta ortaya çıkan bir sanat ürünüydü.

Genç çırak bir kitabın ortaya çıkması için ne kadar büyük bir çaba sarf etmek gerektiğine hayret etmenin yanı sıra, onu okumanın ne denli zor bir iş olduğunu da şaşkınlıkla görecekti. Tıpkı, inşasında çalıştığı bir yüksekokula girme yeterliliğinden yoksun olduğunu fark eden bir inşaat işçisi gibi, Faraday da giderek artan ölçüde, kendi çalışmasının meyvelerinden yararlanamamanın hayal kırıklığını yaşıyor ve buna büyük bir öfke duyuyordu.

Sonunda genç çırak kendi kendine okumayı öğrenmeye başladı. Bu, büyük emek ve çaba gerektiren bir süreçti, ama birkaç

ay içinde devlet okulunda onca yıl boyunca ihmal ettiği bir şeyi öğrenmeyi başaracaktı.

Bir gün, *Encyclopaedia Britannica*'nın son baskısını dikerken, Faraday'ın yaşamı tamamen değişti. Ansiklopedinin 127. sayfasındaki elektrik konusunu okurken, doğa felsefecilerinin yıllardır farkında oldukları bu görünmez olayı henüz çözümleyemediklerini öğrendi.

İçinde bir şeyler kıpırdandı ve Kutsal Kitap'ın daha önce binlerce kez işittiği bir ayetini anımsadı: "Dünya'nın yaratılmasından itibaren Tanrı'nın görünmez nitelikleri -sonsuz gücü ve Tanrısal yapısı- ortaya koyduğu eseri sayesinde açıkça görünür hale gelmiştir."

Elektrik, görünmez ve anlaşılmaz, yani "açıkça görünmeyen ve anlaşılmayan" bir şey olmaya devam ettiği müddetçe, "Tanrı'nın sonsuz gücünü ve Tanrısal yapısını" doğru olarak anlayabilmek mümkün olmayacaktı. Bunun tahammül edilemez bir durum olduğunu düşünen genç adam hemen orada ve o anda bu konuya bir çözüm bulmaya karar verdi.

İnsanların Tanrı'yla olan ilişkilerinin temelde basit bir düzeyde yürüdüğü inancıyla yetiştiği için Faraday, elektriğin karmaşık bir şey olabileceğini sanmıyordu. Neyse ki, dönemin Londrası bu deneyimsiz gence bunu kendi başına bulma konusunda eşsiz fırsatlar sunuyordu.

Son yıllarda Endüstri Devrimi, bilime ve teknolojiye olan ilgiyi o kadar artırmıştı ki, doğa felsefecileri herkesin anlayacağı makale ve kitaplar yazıp halka açık dersler vermeye başlamışlardı. Kitaplar basılır basılmaz hemen kapışılıyor ve dersler de çoğu kez kalabalık yüzünden ayakta izleniyordu.

Faraday açısından bilim kitaplarına olan bu eşi benzeri görülmemiş talebin iki nimeti vardı: Bir ciltçi olarak iş güvencesi anlamına geliyordu; geleceğin bir doğa felsefecisi olarak ise anlaşılabilir bir dil ile yazılmış, elektrikle ilgili pek çok bilgiye ulaşabiliyordu. Daha sonra Faraday bunu şu sözlerle dile getirecekti: "Her şey, işten arta kalan zamanlarda okuduğum bu kitaplarla başladı."

Bir yandan hiçbir bedel ödemeden ulaştığı bu kitapların zevkini çıkarırken, bir yandan da başta ünlü kimyager ve Londra Kraliyet Enstitüsü'nün yöneticisi olan Humphry Davy'nin verdiği dersler olmak üzere, halka açık derslere bilet alamayacak kadar yoksul olmanın acısını da yaşamaktaydı. Son yıllarda, Davy'nin canlı ve olağanüstü bir tarzda verdiği dersler o kadar olumlu eleştiriler almıştı ki, bu dersler bir efsaneye dönüşmüştü.

Genç Faraday, Davy'i ders verirken izlemekten başka bir şey düşünemez hale gelmişti. Kraliyet Enstitüsü'nün Riebau'nun dükkânına çok yakın olduğu düşünüldüğünde bu, anlaşılabilir bir istekti. Ancak İngiliz toplumunun bakış açısına göre, bu haddini bilmez çırak aslında, çok uzaklardaki büyülü bir şatoyu ziyaret etmeyi istiyordu.

19. yüzyıl İngilteresinde iyi gelir getiren bir meslek olmadığından, bilimle uğraşabilenler ancak hali vakti yerinde olan zengin kimselerdi. Kraliyet Enstitüsü son derece seçkinci bir şehir kulübü görünümündeydi ve aristokrat üyeleri Michael Faraday ve onun gibi alt tabakadan gelen herhangi biriyle asla içli dışlı olacak türden insanlar değildi.

Her şey bu kadarla da bitmiyordu: Yine yakınlardaki Kraliyet Derneği, Kraliyet Enstitüsü'nden daha da seçkinciydi. Üyeleri, kraliyet ailesinin bilimdeki denkleriydi. Bu nedenle, bilim adamı olmak isteyen Faraday'ın durumu prens olmayı hayal eden bir fukaranın durumuna benziyordu.

Neyse ki, bu genç emekçi henüz bütün bunları anlayabilecek yaşta değildi ve iyi kalpli ustası Riebau ise onu bu rüyadan uyandırmak istemiyordu. Gerçekten de, çırağının daha iyi bir yaşama erişme arzusunu gönülden paylaşan Riebau, sonunda dükkânın bir bölümünü bir laboratuvara dönüştürme ricasını bile geri çevirmeyecekti.

Riebau'nun şöminesi ve ocak rafı birkaç saat içinde Faraday'ın fırını ve çalışma tezgâhı olmuştu. Kuşkusuz, genç adamın laboratuvar malzemeleri kaba saba aletlerden oluşuyordu, an-

cak yaptığı deneyler ve dikkatlice tuttuğu notlar kendisini gerçek bir doğa felsefecisi gibi hissetmesini sağlıyordu.

İlerleyen aylarda, genç Faraday kendi başına, statik elektrik kıvılcımları üreten ve elle döndürülerek çalıştırılan bir elektrostatik üreteç yaptı. Ayrıca, bir çift Leiden şişesi satın alacak kadar para da biriktirebilmişti. Yapısı itibariyle yakalanması zor olsa da, statik elektrik bu şişelerin içinde, tıpkı bir şişedeki ateşböcekleri gibi, hapsedilip depolanabiliyordu.

Faraday, kendini yetiştirmeye yönelik kitapları da okumaya başlamıştı. Çünkü, eğer bir bilim adamı olacaksa, bilimin sadece teorisini değil yöntemlerini de öğrenmek zorunda kalacağını fark etmişti. Örneğin, Dr. Isaac Watts'ın yazdığı *Improvement of the Mind* (Aklın Geliştirilmesi) adlı kitaptan, daha akıllı olmanın dört yöntemini öğrenmişti: Derslere katılmak, dikkatlice notlar tutmak, aynı konuyla ilgilenen diğer kişilerle temas kurmak ve son olarak da bir tartışma grubuna katılmak.

1810 yılında, gösteriyi andıran halka açık derslere katılmaya parası yetmeyen Faraday, durumlarını iyileştirmek arzusundaki işçi gençlerin çoğunlukta olduğu bir tartışma grubuna katıldı. Her çarşamba akşam saat sekizde Riebau'nun izniyle işten çıkıyor ve John Tatum adındaki bir fen bilgisi öğretmeninin evine gidiyordu.

Bu toplantılarda, ya Tatum ya da katılanlardan birisi kendi seçtiği bir konuda konuşma yapıyordu. Faraday bu dersleri her zaman büyük bir dikkatle dinleyip notlar alıyordu; bir gün tuttuğu notların tümünü büyük ve güzel bir kitap halinde bir araya getirip ciltlemeyi planlıyordu.

Konuşma yapma sırası ona geldiğinde elektrik hakkında konuşmuş ve derse katılanlardan sıcak ve coşkulu tepkiler almıştı. Ne Tatum, Davy'ye ne de Tatum'un evi Kraliyet Enstitüsü'ne benziyordu ama yine de haftada sadece bir şiline mal olan bu toplantılar hem çok aydınlatıcı hem de çok ucuzdu.

Bir doğa felsefecisi olmak için sürdürdüğü bu bilgi edinme çabaları sırasında Faraday, dinle ilgili konularda ne kadar az

şüpheciyse bilimle ilgili konularda da o kadar çok şüpheci bir kişi olduğunu ortaya koymuştu. Kutsal Kitap'ta yazılanları hiç sorgulamadan kelimesi kelimesine kabul ederken, fani insanların kaleme aldığı kitaplardaki her şeyi sorguluyordu.

Faraday bunu sonraları şöyle dile getirmiştir: "Eskiden *Encyclopaedia*'ya olduğu gibi *Binbir Gece Masalları*'na da kolayca inanabilen, hayali geniş birisiydim. Ancak benim için çok önemli olan gerçekler kurtuluşumu da sağlamıştır. Bir gerçeğe güvenebilirim, iddiaları ise her zaman sorgulamışımdır."

Faraday için gerçekler din kitaplarındaki ayetler kadar kutsaldı, zira bu ikisi dışında Tanrı'nın yaratma yetisini anlamakta kullanılabilecek güvenilir bir yol yoktu. Bu nedenle, akşamları, herkes ayrıldıktan sonra genç Faraday, Riebau'nun dükkânındaki laboratuvarına kapanıp okuduğu kitaplarda anlatılan deneyleri tekrarlıyordu. "Gözlerimle görmeden bir gerçeği, kendi gerçeğim haline asla getiremiyordum." diyordu.

Faraday kendini hiç bu kadar güçlü ve zinde hissetmemişti, ancak uzun zamandan beri acı çeken babası konusunda aynı şeyi söylemek pek mümkün değildi. Kısa bir süre önce yaşlı Faraday, Michael'ın kardeşi Thomas'a yazdığı mektupta şöyle yakınıyordu: "Uzun zamandan beri bir kez olsun sağlıklı bir gün yaşamanın tadına varamadığımı söylemekten üzüntü duyuyorum."

Doktorlar, yaşlı Faraday'ı dermansız bırakan şeyin ne olduğunu anlayamamış, ama Faraday'ın yatalak olacağını söylemişlerdi. Bu nedenle Faraday ailesi son kez olmak üzere şehrin merkezine yakın yeni bir eve taşınmıştı. Ama ne var ki, birkaç ay içinde James Faraday hayata gözlerini yumacaktı.

Babasının ölümünün ardından iki yıl boyunca annesi ile kardeşlerinin bakımını üstlenen Michael Faraday, bir yandan da doğa felsefecisi olma umudunu yitirmemişti. Ne yazık ki, çıraklığının sona ermesinin planlandığı 1812 yılında, toplumun kendisinden beklediği gibi, düşük seviyeli bir yaşama boyun eğmeye başlamıştı: Yaşamının gidişatını değiştiren mucizevi bir olay

gerçekleşinceye kadar tıpkı ustası Riebau gibi, bir ciltçi olmaya ve bilimi sadece bir hobi olarak sürdürmeye mahkûm gibi görünüyordu.

Ancak, kışın sonuna doğru Dance Junr adında bir adam kitap dükkânına, aynı zamanda Faraday'ın yaşamına, ansızın giriverdi. Faraday'ın Tatum'un derslerinden derlediği notlarını içeren ve ince bir işçilikle ciltlediği kitabı, son ziyaretinde Junr'un hemen dikkatini çekmişti. Kitabın içindekileri merak eden Junr, bu kitabı bir süre için ödünç istemiş ve Riebau da bunu kabul etmişti.

Birkaç hafta sonra Junr, sayfalarının arasına dört küçük kâğıt parçası koyduğu kitabı doğrudan doğruya Faraday'a geri verdi. Faraday, Junr'ın Kraliyet Enstitüsü üyelerinden biri olduğunu öğrendiğinde çok şaşırmıştı ve dahası genç adamın çalışmalarına hayranlık duyan Junr, kitabı geri verirken sayfaların arasına ünlü Humphry Davy'nin halka açık konferanslar dizisi için dört bilet de koymuştu!

Vidi

Hıristiyanların Baba, Oğul ve Kutsal Ruh üçlemesine inanmaya başlamalarından uzun zaman önce, doğa felsefecileri kendi kutsal üçlemeleriyle karşılaşmışlardı: elektrik, manyetizma ve kütleçekimi kuvveti. Bu üç kuvvetin tek başına Evren'in yaratılışını düzenlediğine ve geleceğini de şekillendireceğine inanıyorlardı.

İnançları, Hıristiyanlıktan tam 600 yıl önce sağlam bir temele dayandırılmıştı. O dönemlerde, Miletoslu Thales, mıknatıs taşlarının demir parçalarını çektiğini ve kehribarın da -fosilleşmiş ağaç reçinesi- yüne sürüldüğünde, saman parçalarını çektiğini fark etmişti. Bu iki gizemli kuvvete ek olarak, çok bariz bir kuvvet daha vardı ki bu, *her tür* cismi kendine çeken Dünya'nın kuvvetiydi.

Kuvvetlerin birbirinden farklı davranışları göz önünde bulundurulduğunda, bu konunun felsefecilerin kafasını uzun za-

mandan beri karıştırmış olması hiç de şaşırtıcı değildi: Bu kuvvetler birbirinden bütünüyle farklı mıydı? Yoksa, tıpkı Hıristiyanlıktaki Üçleme'de olduğu gibi, tek bir olgunun üç ayrı yönünü mü yansıtıyordu?

O dönemlerde bu üç kuvvetin bir bütün oluşturduğuna inanılıyordu, çünkü bu, doğanın görünüşte karmaşık olmakla birlikte, temelde basit olduğu yönündeki düşünceye çok uygun düşüyordu. Ne yazık ki, bu iddialı önermeyle ilgili her kanıt parçası, bu üç kuvvetin, dışardan görünen davranışlarının da ortaya koyduğu gibi, birbirinden farklı olduğunu gösteriyordu.

Tek başına evrensel bir görünüme sahip olması nedeniyle, eski çağlardaki felsefeciler kütleçekimi kuvvetini diğer iki kuvvetten daha üstün görüyordu; kütleçekimi kuvveti her zaman her yerdeydi. Ayrıca, kütleçekiminin etkisine direnmek de mümkün değildi: Heybetli ağaçları ve yenilmez kralları yere devirme gücüne sahipti.

Buna karşılık, mıknatıs taşı ve kehribar, insanların günlük yaşamında her zaman göz önünde olan kuvvetler değildi. Gerçekten de, mıknatıs taşları dünya üzerinde sadece birkaç madenden çıkarılıyordu ve kehribar da altın gibi ender rastlanan bir maddeydi. Dahası, bu kuvvetler sadece belirli maddeleri çok özel şartlar altında etkileyebiliyordu. Kısacası, kütleçekimiyle kıyaslandığında yeni olan bu kuvvetler nadiren insanların karşısına çıkıyordu.

Bu nedenle, fazlasıyla meraklı bir insan olan Aristoteles'in bile ünlü başyapıtı *Fizik*'te Thales'in bu iki acayip kuvvetinden hiç söz etmemesi şaşırtıcı gelmemelidir. Aristoteles bunun yerine dikkatleri "dünya üzerinde cisimlerin yere doğru olan doğal hareketleri"nin gizemine çekmiş, gazların "hafifliği"nin tersine katı cisimlerin "ağırlığı" konusundan defalarca bahsederek her yerde her an hazır bulunan bu kuvveti incelemiştir.

Bunu takip eden yüzyıllarda, önemsemeyiş devam etti: Kütleçekimini inceleyen ciddi ve aklı başında doğa felsefecileri, mıknatıs taşları ve kehribar gibi önemsiz gizemlerin dikkatleri-

ni dağıtmasına izin vermiyordu. Fikirler toplumunda kütleçekimi kuvveti, deyim yerindeyse, önemsiz ve isimsiz bir ikiliye üstünlük taslayan şımartılmış bir aristokrat haline gelmişti.

Bir İngiliz hekimin, olası tedavi edici özellikleriyle ilgilenmeye başladığı 1581 yılına kadar, Thales'in hor görülen bu iki kuvveti hiç ciddiye alınmamıştı. William Gilbert adlı bu hekim yıllardır gördüğü her şeyi yün, ipek, ve kürk ile ovalayıp duruyordu. Meslektaşları aklından şüphe etmeye başlamışlarsa da, başarılı bir hekim olan Gilbert sonuçta gerçekten de hayret verici bir şey keşfetmişti.

Gilbert sadece kehribarın değil, elmas, kükürt, mühür mumu ve başka pek çok sıradan maddenin ovulmasıyla da Thales'in kehribar kuvvetinin ortaya çıktığını keşfetmişti. Dahası ortaya çıkan kuvvet sadece saman ve saman tozlarını değil, "tüm metalleri, tahtaları, yaprakları, taşları, toprakları, hatta suyu ve yağı ve duyularımızın algılayabildiği ya da somut olan her şeyi çekiyordu."

Gerçekten de, neredeyse kütleçekimi kuvveti kadar evrensel olduğunun ortaya çıkması üzerine, Gilbert kehribar kuvvetinin özel bir ismi hak ettiğine karar verdi. Gilbert bu kuvvete Yunancada kehribar anlamına gelen *elektron* sözcüğünden esinlenerek *elektrik* kuvveti adını taktı.

Gilbert mıknatıs taşlarına da büyük bir ilgi duyuyordu. Bunlarla ilgili olarak "Mıknatıs taşları ortak analarından (toprak) gelen özellikleri açısından bildiğimiz bütün diğer cisimlerden çok daha üstün olmakla birlikte, bu özellikleri filozoflar tarafından nedense çok az anlaşılmış veya fark edilmiştir." diyordu.

Bu kez, bu olgunun isim babası Gilbert değildi; Thales'in mıknatıs taşı kuvveti çok daha önceden, ilk kez bol miktarda çıkarıldığı Anadolu'daki Magnesia (bugünkü Manisa) bölgesinden yola çıkılarak manyetizma (*magnetism*) olarak adlandırılmıştı. Ancak, bir mıknatısın iki ucunun daima farklı davrandığını ilk bulan kişi Gilbert olmuştu; bu uçlara *kuzey kutbu* ve *güney kutbu* isimlerini vermişti.

Gilbert'ın deneylerine göre, iki mıknatısın benzer kutupları birbirini *itiyor*, farklı kutupları ise birbirini *çekiyordu*. Yani, yan yana getirilen iki mıknatıs kendi eksenleri etrafında o şekilde dönüyordu ki, birinin güney kutbu daima diğerinin kuzey kutbuna bakıyordu.

Gilbert bu ilginç buluşun, bir pusulanın ibresinin neden daima kuzeyi gösterdiğini açıklamaya yardımcı olup olamayacağını merak ediyordu. O güne kadar doğa felsefecileri pusulanın ibresinin, Kutup Yıldızı'nın veya Kuzey Kutup Dairesi içinde yer alan ve bol miktarda mıknatıs taşı içeren bir dağlık bölgenin etkisinde kaldığı için bu şekilde davrandığını düşünmüşlerdi.

Bu konu üzerinde bir miktar kafa yorduktan sonra Gilbert, "yeni ve henüz duyulmamış bir ilkeyi" ortaya attı: Dünya bir mıknatıstı ve kendine ait iki kutbu vardı! Bu, pusula ibresinin davranışını açıklıyordu: Pusulanın manyetik ibresinin güney kutbu doğal olarak manyetik Dünya'nın kuzey kutbuna doğru çekiliyordu (bunun tersi de doğruydu; yani ibrenin kuzey kutbu Dünya'nın güney kutbuna doğru çekiliyordu).

Gilbert, Thales'in bu iki kuvvetiyle ilgili devrim niteliğindeki bu gözlem ve teorilerini, *De magnete, magnetisque corporibus, et de magno magnete tellure* (Mıknatıslar, manyetik cisimler ve büyük bir mıknatıs olan Dünya hakkında; pek çok kanıtın ve deneyin ortaya koyduğu yeni bir fizyoloji) adlı eserinde yayımladı. Bu yepyeni ufuklar açan bir kitaptı, çünkü Gilbert, ilk kez tahmin ve deneyin eşsiz ve güçlü bir karışımı olan ve *bilimsel yöntem* olarak adlandırılan bir yöntemi izlemişti.

Ancak Gilbert'ın elektrik, manyetizma ve kütleçekiminin birbirleriyle bir şekilde bağlantılı olabileceğine dair her türlü olasılığı ortadan kaldırmış gibi görünen bu önemli eseri meslektaşlarında düş kırıklığı yaratmıştı. Doğa felsefecileri kütleçekiminin diğer ikisinden farklı olduğunun çoktandır farkındaydılar; şimdi ise Gilbert'ın devrim niteliğindeki gözlemlerine göre, diğer iki kuvvet de birbirinin tamamen zıttıydı.

Elektrik *cana yakın* (her zaman çekici), manyetizma ise *çift nitelikliydi* (çekici ve itici); elektrik *geniş kapsamlı* (farklı türden pek çok şeyi çekiyordu), manyetizma ise çok *seçiciydi* (sadece demiri ve diğer mıknatısları etkiliyordu). Bu nedenle 17. yüzyılın başlarında, doğanın temelinde basitliğin yattığını öne süren bilimsel inancın müritleri için durum pek de parlak görünmüyordu.

1663 yılında, Otto von Guericke adındaki bir Alman'ın gerçekleştirdiği bir deney bu insanları biraz olsun cesaretlendirmişti. Bir parça kükürdü çıplak elleriyle ovuşturduktan sonra, tıpkı Gilbert gibi, kükürdün pek çok şeyi çektiğini keşfetmiş ama aynı zamanda belirli bazı maddeleri de *ittiğini* fark etmişti!

Bu durumda elektriğin sonuçta manyetizmadan tamamen farklı bir şey olmadığı söylenebilirdi. Eğer von Guericke haklıysa, her iki kuvvet de çekici *ve* itici olabiliyordu, ki bu doğa felsefecilerini kütleçekimini yeniden düşünmeye yöneltti: Acaba çok sevdikleri kuvvetleri de cisimleri *itme* kabiliyetine sahip miydi?

Kütleçekimi cisimleri itme kabiliyetine sahip olsaydı, o zaman cisimleri kendi başlarına göğe doğru fırlarken görmek de mümkün olabilirdi. Bu olasılık, hem yerçekimine hem de gündelik deneyime meydan okumakla birlikte, hiç kimse bunun olamayacağını kanıtlayamadığı için doğa felsefecilerini heyecanlandırmıştı.

1687 yılında ünlü İngiliz doğa felsefecisi Isaac Newton, üç ciltlik dev eseri *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*'yı (Doğa Felsefesinin Matematik İlkeleri) yayımlayarak bilimin ayaklarının tekrar yere basmasını sağlamıştı. Kitabında kütleçekiminin tek yönlü olduğuna dair kanıtlar sunuyordu - kütleçekimi cisimleri daima kendine doğru çekiyor, onları kendinden uzağa itmiyordu.

Bu sorun çözüldükten sonra, bilimin dikkati tekrar von Guericke'nin kükürt deneyine ve elektrik ile manyetizmanın davranışları arasındaki çarpıcı benzerliğe yöneldi. Bu iki kuvvet

başka açılardan da benzerlik gösteriyor muydu? Doğa felsefecilerinin bu soruya buldukları cevap kocaman bir evetti.

Örneğin, 1785 yılında Charles-Augustin Coulomb adlı bir Fransız, küçük mıknatıs çubuklarını iplerin ucuna bağlayıp asmış ve çeşitli uzaklıklardayken birbirlerini nasıl etkilediklerini incelemişti. Aralarındaki kuvvetin, uzaklıklarının *karesi* ile azaldığını bulmuştu: Mıknatıslar arasındaki uzaklık iki katına çıkarıldığında, kuvvet dört kat azalıyordu ($2^2 = 4$); uzaklık üç katına çıkarıldığında kuvvet de 9 kat azalıyor ($3^2 = 9$) ve bu böylece sürüp gidiyordu.

Bu buluş özellikle önemliydi, çünkü yine iplerle astığı *elektrikle yüklü* cisimlere bakarak Coulomb, elektrik kuvvetinin de benzer bir kurala uyduğunu keşfetmişti! Bu nedenle, 18. yüzyılın sonlarına doğru bilimde, doğanın üç kuvvetinden en azından ikisi arasında bir parça birlik bulma olasılığı konusunda bir iyimserlik yaşanmaya başlanmıştı.

Ancak bilim adamları yine de, aralarında birlik olsun ya da olmasın, elektrik ile manyetizmadan nasıl yararlanacaklarını pek bilemiyorlardı. Newton'un kütleçekimi teorisi, Ay'ın çekiminin gelgit olayındaki etkisi, yeni gezegenlerin bulunması ve suyun kilometrelerce uzunluktaki su kemerleri boyunca akışı gibi konularda sayısız yararlı tahminde bulunmaya imkân verse de, elektrik ve manyetizma açıklayıcı olmaktan çok eğlendirici nitelikteydi.

Sözgelimi, 1745 yılında Hollandalı fizikçi Pieter van Musschenbroek, büyük miktarda elektrik yükü depolayabilen özel bir şişe -Leiden Üniversitesi'nin anısına Leiden şişesi adı verilmiştikeşfetmişti. Modern akünün öncüsü olan Leiden şişesinin keşfi, doğa felsefecilerinin bundan böyle, "elektrik" maddelerinin, örneğin kehribarın sıvazlanmasıyla güç bela toplanan çok küçük miktarlardaki statik elektrikle yetinmek zorunda kalmayacakları anlamına geliyordu.

Yeni ürününün ilk tanıtımlarından birinde van Musschenbroek, elektriğin insanı dehşete düşüren acısını da hisset-

mişti. Ağzına kadar statik elektrikle dolu bir Leiden şişesini almak için elini uzattığında meydana gelen olayı Musschenbroek daha sonra şu kelimelerle ifade edecekti: "Kolum ve bedenim tarif edemeyeceğim kadar kötü bir şekilde etkilenmişti. Tek kelimeyle mahvolduğumu düşündüm." Van Musschenbroek elektrik çarpmasını keşfetmişti.

Bu göz alıcı yeni olgu önceleri yalnızca bazı ciddi doğa felsefecilerinin "Bak şu işe!" türünden hayret ifadeleriyle karşılaşırken, kısa sürede dünyanın her tarafındaki insanların ilgisini çekmeye başlamıştı. Halkın bilim ve teknolojiye karşı gittikçe artan ilgisini ve merakını tatmin etmeye çalışan doğa felsefecileri, Leiden şişelerinin -ve genelde de elektrik ve manyetizmanın- insanların özellikle hoşuna gittiğini keşfetmişti.

Bunu, 1770'li yıllarda, bilimsel açıdan ciddi sayılabilecek bir dizi elektrik yükleme deneyine girişen Luigi Galvani'den daha iyi bilen hiç kimse yoktu. İncelenmek üzere henüz kesilip açılmış bir kurbağanın etrafında toplanan Galvani ve birkaç yardımcısı, gördükleri şey karşısında hayretten neredeyse havaya sıçramışlardı. "Orada bulunanlardan biri kurbağanın iç sinir sistemiyle ilgili sinirlere bıçağın ucuyla kazara ve hafifçe dokunduğunda, kurbağanın bacağındaki bütün kaslar sanki güçlü krampların etkisinde kalmış gibi arka arkaya kasılmıştı."

Gördüklerini zihninde bir süre tarttıktan sonra Galvani, yaşamın kıvılcımını bulduğu sonucuna vardı: Bu esrarengiz iddia sonunda bilim camiasından uzaklaştırılmasına yol açacaktı. Yıllar sonra, itibarını yitirmiş durumdaki Galvani artık bir tür karnaval çığırtkanına, elektrik ise modası geçmiş bir gösteriye dönüşmüştü.

Heyecan yaratan halka açık derslerinde Galvani, tıpkı çamaşır ipine asılmış ıslak çamaşırlar gibi, demir bir tele bakır kancalarla asılmış düzinelerce kurbağa bacağının nasıl kontrolsuz bir şekilde seğirdiğini gösteriyordu. Alışılagelmiş bilim, teorilerinden hiç hoşlanmamıştı, ama koro halinde seğiren kurbağa bacaklarının görüntüsü Galvani'nin dünyanın dört bir yanında kapalı gişe gösteri yapmasını sağlıyordu.

Bu kışkırtıcı İtalyan, 18. yüzyılın başlarında, arkadaşı gezici vaiz John Sandeman'ın kendi mezhebini oluşturmasına ilham kaynağı olan Metodizm akımının kurucusu İngiliz bilgini John Wesley'i bile kendine inandırmayı başarmıştı. Wesley, Oxford'daki öğrencilik yıllarında, Galvanizm -Galvani'nin hayvan elektriği teorisine verilen isim- hakkında bilgi sahibi olmuştu; şimdi ise, yani 1784 yılında muhalif dinin yeni anayasasına "elektriğin evrenin ruhu" olduğu şeklindeki kanaati dahil etme kararı almıştı.

1800 yılında elektrikle ilgili küçük gösteriler birdenbire daha geniş ve seçkin bir izleyici grubunun dikkatini çekmeye başlamıştı. Bu noktaya, sabit bir elektrik *akımı* üreten bir alet keşfeden -van Musschenbroek'ın anlık kıvılcımlarından ve Galvani'nin kısa süreli seğirmelerinden çok daha önemli bir gelişmebir başka parlak İtalyan fizikçi sayesinde varılmıştı.

Alessandro Volta adlı bu fizikçinin buluşu, birbirinden tuzlu suyla ıslatılmış karton disklerle ayrılan ve tıpkı poker fişleri gibi üst üste dizilen bakır ve kurşun disklerden oluşuyordu. Bunlara Volta pili ("Volta's pile", *pile* sözcüğü İngilizcede küme anlamına gelmektedir) adı verilmişti, çünkü ölçülebilir bir etki yaratabilmesi için sayıları otuz ile altmış arasında değişen disklerin üst üste kümelenmesi gerekiyordu. Küme ne kadar yüksekse elektrik akımı da o kadar güçlüydü.

Volta pili tarihteki ilk modern pildi. Çalışıp çalışmadığını anlamak için dilin ucuyla pilin iki bağlantı ucuna dokunmak yeterli oluyordu; elektrik akımı -ki bu kimseye zarar vermeyecek kadar zayıftı- mutlaka dil üzerinde karıncalanmaya benzer bir ekşilik hissi yaratıyordu. (Aynı etki, gümüş bir kaşık ile buna bağlanmış ince bir alüminyum yaprağına dil dokundurulduğunda da oluşabilir.)

20 Mart 1800 tarihinde, coşku içindeki Volta, Londra Kraliyet Derneği başkanı Joseph Banks'e yolladığı ve pilinin yatay olarak dizilmiş modelinden bahseden mektubunda "İçinde saf su veya daha da iyisi tuzlu su ya da kül suyu bulunan birkaç

kaptan bir sıra oluşturduk. Bunların tümünü bir tür zincir halinde [yan yana duran komşu kapların birinden diğerine uzanan] metalik kemerlerle birleştirdik." diye yazacaktı.

Volta buna "kapların tacı" adını vermiş ve bu buluştan fazlasıyla etkilenen Banks, mektubu Londra'da inşaat mühendisi olarak çalışan meslektaşı William Nicholson'a göstermişti. Nicholson ve aristokrat meslektaşı Sir Anthony Carlisle vakit kaybetmeden Volta'nın yeni aletinin bir kopyasını üretti ve bir ay içinde de kendi şaşırtıcı icatlarını gerçekleştirdiler.

Nicholson ve Carlisle, kendilerinin yaptığı "kapların tacı"ndan çıkan iki telin ucunu suyla dolu bir kaba sokunca suda kabarcıklar oluştuğunu görmüşlerdi. Önce şaşırmışlar, ancak daha sonra, elektrik akımının suyu bir biçimde kendisini oluşturan iki temel elemente, yani hidrojen ve oksijene ayrıştırdığı sonucuna varmışlardı. İki elementin de gaz olması suyun kabarcıklanmasını açıklıyordu.

Nasıl olup da bu tür bir etki yaratabildiğini tam olarak hiç kimsenin anlayamadığı elektrik akımı, sanki çarptığı nesneyi bir anda ikiye ayıran bir yıldırımın davranışını sergiliyordu. Her ne olursa olsun, bu gizemli olay yadsınamaz bir olguydu ve sonuçta da bu olguya, Yunancada "elektrikle gevşemek" anlamına gelen *elektroliz* adı verildi.

Bilim birdenbire, elektriği ciddiye almak için bir neden bulmuştu: Bu eğlendirici kuvvetin özellikle kimyacılar için yararlı bir niteliği vardı. Kimyacılar maddenin sadece birkaç düzine temel elementten oluştuğu şeklindeki yeni düşünceyi henüz benimsemişlerdi: İşte şimdi, bu düşünceyi sınamanın ve var olduğu iddia edilen atomları gün ışığına çıkarmanın mükemmel bir yöntemi önlerinde duruyordu.

Bir anda dünyanın dört bir yanından yüzlerce kimyacı, yeni bir elementi ilk bulan kişi olma umuduyla kendi Volta pillerini ya da kap taçlarını yapmaya koyulacaktı. Bunların arasında, bu yeni yöntemi kendi konusuna en iyi uygulayan kimyacı Humphry Davy olmuştu.

Londra'daki Kraliyet Enstitüsü'ne gelişinden beş yıl sonra, 1807'de Davy, dünyanın en büyük ve en güçlü Volta pillerinden birini yapmış ve bunu o güne kadar bilinmeyen iki elementi, sodyum ve potasyumu ayrıştırmak için kullanmıştı. Bir yıl sonra, bu pili kullanarak dört element daha keşfetmişti: baryum, bor, kalsiyum ve magnezyum. Bu o kadar önemli bir başarıydı ki, Napolyon, İngiltere'yle savaş halinde olmalarına rağmen, Davy'yi *Fransa Enstitüsü*'nün saygın bir ödülü olan Bonaparte ödülüyle onurlandırmıştı.

Yeni yeni gelişmeye başlayan kimya bilimi o günden sonra elektrik ve manyetizma sayesinde yeni anlamlar kazanacaktı. Bunun karşılığında kimya da, elektrik ve manyetizmayla ilgili çalışmalara yeni bir itibar kazandırmakla kalmayacak aynı zamanda, o günlerde Londra'da erginlik çağına giren Michael Faraday adındaki genç adamın olağanüstü yeteneklerini ve yükselme hırsını da ortaya çıkaracaktı.

Thales'in çok eski iki kuvveti gibi, genç Faraday da bilim dünyasında hep alt sıralarda, mütevazı bir yer işgal etmişti. Oysa artık bunca yılın ardından, geleceğin müstakbel bilim adamı, elektrik ve manyetizmanın birinci sırada yer alan bir bilim dalı olmasını sağlamak üzereydi.

Vici

29 Şubat 1812'de Faraday taş merdivenleri sıçraya sıçraya çıkıp Londra Kraliyet Enstitüsü'nün ağır kapılarından hızla içeriye girdi. Simgesel olarak Bastille kalesine yapılan saldırıyı andırıyordu, ancak bu kez pusulasını şaşıracak olan, içerideki soylular değil, Faraday'ın kendisiydi.

Uzun zamandan beri bu akşamı beklemişti. Yıllardır bu bilim sarayı ile ilgili düşler kurmuştu. Şimdi ise, şaşkın gözlerle etrafına bakarak ihtişamlı bekleme salonundan konferans salonuna doğru yürürken, gördükleri karşısında neredeyse bayılacak gibi olmuştu.

Yerine oturduktan sonra genç adam, defterini açıp içinde bulunduğu zarif salonu ve birtakım aletlerle dolu sahneyi çizmeye

ve tasvir etmeye başladı: "Yazarlar ve bilim adamları, hayalperestler ve gerçekçiler, entelektüel kadınlar ve üst tabakadan şık kadınlar, yaşlılar ve gençler, konferans salonunu tıka basa doldurmuştu."

Konferansın saat sekizde başlaması programlanmıştı ve tam o anda bütün gözler, kürsüye doğru geniş adımlarla yürüyen yakışıklı ve uzun boylu konferansçıya çevrilmişti. Humphry Davy bir kral olmasa da öyleymiş gibi davranıyordu. Yalnızca salonun orta kısmındaki yerinden Humphry Davy'yi taparcasına alkışlayan genç ciltçi için değil, salondakilerin çoğu için zamanının en önemli doğa felsefecilerinden biriydi.

Alkışlar durduğunda, Humphry Davy efsanevi yetenekleri ve müthiş gösterileriyle salondakilerin gözlerini kamaştırmaya başlamıştı. Kimyasal maddeler alevleniyor, elektrik akıyor ve bütün bunlar karşısında Faraday da alev alev yanıyor ve kaleminden sürekli mürekkep akıyordu; her şey sona erdiğinde genç adamın tuttuğu not ve çizimlerin toplamı doksan altı sayfayı bulmuştu.

Konferansa katılanlar için bu unutulmaz bir gece olmuştu, zira bunun Davy'nin son konferans dizisi olacağı yönünde söylentiler dolaşıyordu. Yirmi yaşındaki genç Faraday için ise bu, devrim niteliğindeki bir bilimsel uğraşın, Kraliyet Enstitüsü'nün övgülere boğulan bu derebeyinin tahttan indirilmesini sağlayacak bir uğraşın başlangıcı olacaktı.

Coşku içindeki genç Faraday evine doğru yürürken, etrafındaki karanlık, neşeli ruh halinin yavaş yavaş kaybolmasına yol açmıştı. Çıraklık süresinin bitimine sadece sekiz ay kaldığını düşünmek canını sıkmıştı. Bundan sonra, Fransız ciltçi Henri de la Roche için ustabaşı olarak çalışması gerekiyordu. Alacağı ücret her ne kadar kendisinin ve dul annesinin geçimi için yeterli olacaksa da, bu iş Faraday'ı mutlu etmeyecekti.

O akşam Faraday, hayallerine hiç bu kadar yaklaşmamıştı. Şimdi artık her şeyden çok hayallerini gerçekleştirmeyi istiyordu. Ancak, kendisi gibi önemsiz biri Davy'nin dikkatini nasıl çekebilirdi?

Sonraki birkaç ay boyunca Davy'nin izleyen üç konferansına da katılan aşırı meraklı genç adamın aklına bir fikir gelmişti. Konferanslarda tuttuğu notları düzenleyerek zarif bir kitapta bir araya getirecek ve böylelikle hem kitabın hem de kendisinin Davy tarafından fark edilmesini sağlayacaktı. Tatum'un derslerinde tuttuğu notlar, Kraliyet Enstitüsü'ne girmesini sağlamıştı. Belki bu konferans notları da orada işe alınmasının yolunu açabilirdi.

Tam bunun ne kadar parlak bir fikir olduğunu düşünüp kendi kendini kutlarken kamuoyuna bir duyuru yapıldı: Geçen birkaç gün içinde kraliçe tarafından şövalye unvanı ile onurlandırılan Humphry Davy aynı zamanda varlıklı bir dul ile nişanlanmıştı. Çift, yıl sonuna kadar İskoçya'da balayında olacaktı.

Faraday büyük bir öfke ve hayal kırıklığı yaşıyordu: Bu kadar uzun bir süre bekleyemezdi. Çünkü, yıl sonuna kadar bir ciltçi olup çıkacaktı! Faraday umutsuzluk içinde Kraliyet Derneği'nin başkanı Sir Joseph Banks'e bir mektup yazıp yardım istediyse de bir cevap alamadı.

7 Ekim'de Faraday'ın daha iyi bir geleceğe yönelik umutlarıyla birlikte, çıraklığı da sona ermişti. Ertesi gün, yeni işine gitti ve daha ilk günden patronundan hoşlanmadı. Bay de la Roche çabuk öfkelenen bir adamdı ve daha da kötüsü, yıllardır Riebau'nun yaptığı gibi, Faraday'ın boş bilimsel hayallerine göz yummayacağını açıkça belirtmişti.

Sonbahar yerini kışa bıraktığında, Faraday'ın Davy'nin ilkbahardaki konferanslarıyla ilgili çok değerli anıları, yapraklar gibi buruşup yok olmaya başlamıştı. Umutsuzluk içindeki Faraday bir arkadaşına gönderdiği mektupta şunları yazıyordu: "İlk fırsatta ayrılmayı düşündüğüm eski işimde çalışmaya devam ediyorum. Gerçekten de şu anki durumumda devam ettiğim sürece doğa felsefesinden elimi eteğimi çekip, onu tamamen, yeterli zamanı ve imkânı olan şanslı kimselere bırakmak zorunda kalacağım."

Aralık ayında, Sir Humphry ve eşinin Londra'ya döndüğünü öğrenen mutsuz Faraday, yarıda kalan planını tamamlamaya

karar verdi. Faraday bu gelişmeyi daha sonraları şu sözlerle hatırlayacaktı: "Bu meslekten kurtulup bilimin hizmetine girme arzusu bana en sonunda Sir H. Davy'ye bir mektup yazma cesareti verdi. Ayrıca Sir Davy'ye, konferanslarında tuttuğum notları da gönderdim."

Daha sonraki günlerde, Sir Davy'den bir cevap bekleyen genç adam hiçbir sonuç alamadı. Derken, 24 Aralık tarihinde, Weymouth Caddesi'ndeki 18 no.lu evin önünde zarif giyimli bir uşak belirdi ve Faradayların virane evlerinin kapısını çalıp Michael'a Kraliyet Derneği'nin başkanının bizzat yazmış olduğu aşağıdaki notu verdi:

"Kendinize olan güveninizi bana bu biçimde kanıtlamanız beni fazlasıyla memnun etti. Bu davranışınız büyük bir gayreti, güçlü bir hafızayı ve dikkati gösteriyor. Maalesef şehir dışına çıkmak zorundayım ve ocak ayının sonuna kadar da dönmeyeceğim. Döndüğümde, arzu ettiğiniz zaman sizinle görüşmeye hazırım. Size bir yararım dokunabilirse, bu beni mutlu kılacaktır; umarım elimden bir şeyler gelir."

Faraday, tıpkı yakında gelecek olan Noel Baba'yı büyük bir merakla bekleyen Londra'daki çocuklar gibi yerinde duramıyordu. Bütün yaşamı boyunca bu fırsatı beklemişti ve şimdi ise sadece bir ay daha beklemesi gerekiyordu; ne var ki, bu bir ay ona sonsuzluk kadar uzun gelmişti.

Nihayet beklenen o büyük gün geldiğinde, Davy ile olan buluşması o kadar kısa sürmüştü ki, bunun sadece bir rüya olmasından şüphe etmeye başlamıştı. Davy'nin elini sıktığında bayılacak gibi olmuş, soylu bilim adamı işle ilgili ricalarını dinlerken umuda kapılmış ve sonunda Davy'nin, kendisine önereceği herhangi bir iş olmadığını, ustabaşı olarak şu anki konumunu korumasının akıllıca bir hareket olacağını söylemesiyle tam anlamıyla yıkılmıştı.

Genç adam Kraliyet Enstitüsü'nün merdivenlerinden sendeleye sendeleye aşağıya inerken, bir daha bu binanın kapısından içeriye asla girmeyeceğinden emindi. Bütün çabaları, yap-

tığı bütün o büyük planlar ve bütün beklentileri: Hepsi boşa çıkmıştı.

Davy'nin asistanıyla enstitüdeki başka bir görevli arasında aylardır büyük bir sürtüşme yaşanıyordu. Her ikisi de nezaketlerini bozmamayı başarmıştı, ancak Faraday'ın ziyaretinden birkaç hafta sonra, gittikçe kızışan aralarındaki gerginlik birdenbire yumruklaşmaya dönüşüvermişti.

1 Mart sabahı Faraday işe gitmek için hazırlanırken kapı çaldı. Yine aynı uşak gelmişti ve elindeki mesajda Davy'nin asistanının kavga ettiği için kovulduğu yazıyordu.

Davy, eğer hâlâ ilgileniyorsa, Faraday'a iş *ve* laboratuvarın üst katında iki odalı küçük bir daire verebileceğini söylüyordu. Hâlâ ilgileniyorsa mı? Faraday mesajı ikinci kez okumaya bile gerek duymadan eşyalarını toplamaya başlamış ve hemen ardından patronuna haber vermek üzere hızla evden çıkmıştı.

Faraday şaşkındı; Henri de la Roche ondan hoşlandığını söylüyordu. Sinirli bir adam olan patronu, "Benim hiç çocuğum yok. Eğer benimle kalırsan, ben öldüğümde sahip olduğum her şey senin olacak." diyordu. Ancak Faraday, iyi bir Sandeman mezhebi üyesi olmak konusunda ne kadar kararlıysa, doğa felsefecisi olmak konusunda da o kadar kararlıydı -hiçbir şey ve hiç kimse fikrini değiştiremeyecekti.

Birkaç dakika içinde kendini Kraliyet Enstitüsü'nde bulan Faraday, burasının artık hem işyeri hem de evi olacağına inanamıyordu. Davy'nin alt seviyede bir laboratuvar asistanının görevinin sadece test tüplerini yıkamak ve yerleri süpürmekten ibaret olduğunu açıklaması bile kendini kurbağa prens gibi hisseden Faraday'ı pek fazla üzmemişti.

Faraday, sonraları o dönemi şu sözlerle anımsayacaktı: "Davy, yine de gelecekle ilgili umutlarımdan vazgeçmememi öğütlüyor ve bilimin, her şeyini onun hizmetine adayanlara yeterli karşılığı vermeyen zorlu bir sevgili olduğunu söylüyordu. Her şeyi olduğu gibi kabul eden yaklaşımım hoşuna gitmiş olacak ki, birkaç yıl beni deneyeceğine söz verdi."

İzleyen birkaç yıl içinde genç laboratuvar asistanı bilimin hizmetinde olmaktan çok hoşlanmıştı. Diğer şeylerin yanı sıra, pancardan şeker elde etmeyi, çeliğin kimyasal özelliklerini iyileştirmeyi ve çok çeşitli bileşikleri ayrıştırmak için elektrolizi kullanmayı öğrenmişti.

Sanki yeniden çırak olmuştu, ancak bu kez elinde işlediği nesne doğanın dev kitabıydı: Acaba bu dev kitap nasıl bir araya toplanmıştı ve bilim yoluyla nasıl anlaşılabilir, teknolojiyle nasıl geliştirilebilirdi?

Bütün bu dönem boyunca Faraday, bir kimya laboratuvarındaki olası tehlikeleri öğrenmişti. Bir arkadaşına şöyle demişti: "Dört tane güçlü ve büyük patlamadan kimi yaralarla kurtulmayı başardım."

"Bunların içinde en kötüsü, başparmağım ile işaretparmağım arasında 0,5 gramlık nitrojen triklorür içeren küçük bir deney tüpünü tutarken meydana geldi. Patlamanın etkisiyle elim birden açıldı ve tırnağının bir bölümü koptu. Parmaklarım o kadar ağır yaralandı ki, şimdi bile kulllanırken canım yanıyor."

1814 yılının Ekim ayında ilk yurtdışı ziyaretinde Faraday, işçi sınıfından bir ciltçinin, bilimin yüksek tabakasına kendini kabul ettirmek için gösterdiği çabalar sırasında karşılaştığı onur kırıcı hareketlerle nasıl baş etmesi gerektiğini de öğrenmişti. Bazı açılardan iğneleyici sözlere katlanmak, kimyasal patlamalara dayanmaktan daha zordu.

Yabancı bilim adamlarıyla hiçbir sorun yaşamıyordu: Bilimle ilgili her şeyden hemencecik büyük bir haz duyan bu alçakgönüllü genci seviyorlardı. Sorunun kaynağı Davy'nin karısı ... ve bir ölçüde de Davy'nin kendisiydi.

Başlangıçta Davy Faraday'ı, araştırma ve konferans gezisine kendi *laboratuvar asistanı* olarak katılmaya davet etmişti. Öte yandan, süregiden Napolyon Savaşları'nın Avrupa'da seyahat etmeyi tehlikeli kılması üzerine, Davy'nin huysuz uşağı seyahatten son anda vazgeçmişti.

Faraday, aristokrat kimyagerin vardıklarında başka bir uşak bulacağına dair söz vermesi üzerine, sadece ilk durakları olan Paris'e kadar Davy'nin uşağının işini yapmayı istemeyerek de olsa kabul etmişti. Oysa gurur kırıcı isteklerini yerine getirecek bir uşak bulamayan Davy, bütün bir yolculuk boyunca Faraday'ı hem laboratuvar asistanı hem de uşağı olarak kendisine hizmet etmek zorunda bıraktı.

Bütün bunların üzerine Bayan Davy de tuz biber ekmişti. Bir arkadaşına yolladığı şikâyet dolu mektubunda Faraday şunları yazıyordu: "Bayan Davy otoritesini göstermekten hoşlanıyor ve beni küçük düşürmek için elinden geleni yapıyor." Faraday'ın, kocasına araştırmalarında çok yardımcı olduğunu görmesine rağmen, genç adamı başkalarına uşakları olarak tanıtmak ve onun bu konuma yakıştığını ima edercesine davranmak konusunda ısrar ediyordu.

Öte yandan, bu gurur kırıcı seyahat, Faraday açısından bütünüyle bir felaket sayılmazdı. Akıl hocasının dünya çapındaki ünü sayesinde, pili keşfinden bu yana ünlü biri haline gelen Alessandro Volta ve matematikteki olağanüstü kabiliyetiyle tüm dünyayı kendine hayran bırakan orta yaşlı, Parisli bir deha olan Andre-Marie Ampère dahil, Avrupa'nın en iyi bilim adamlarından bazılarıyla tanışıp çalışma imkânı bulmuştu.

Bütün bu isimler, Riebau'nun dükkânında çıraklık yaptığı yıllarda haklarında pek çok şey okuduğu bilim adamlarıydı. Faraday işte bu bilim adamlarının deneylerini, kendi uydurma laboratuvarında ilkel ve ucuz aletlerle tekrarlamaya çalışmıştı. Şimdi ise, onlarla konuşabilmenin ve elektrik, manyetizma ve diğer doğa olaylarını incelemek için kullandıkları zarif ve pahalı aygıtları ilk elden inceleyebilmenin heyecanını yaşıyordu.

Faraday, yolculuğunun ortasında yazdığı bir mektupta şöyle diyordu: "Öğrendiklerim ne kadar bilgisiz olduğumu anlamama yetti ve eksiklerimi görmekten utanç duydum. Dilerim, bu eksikleri giderme fırsatını yakalarım. Kimya ve fen bilimlerindeki

bilgilerimi geliştirmem için karşıma çıkan bu büyük fırsat beni, bu seyahati Sir Humphry Davy ile tamamlamaya itiyor."

1815 yılı baharında Londra'ya döndüğünde, Faraday bir üst tabaka eğitimi almış gibiydi: Özel Liseyi ve Oxford veya Cambridge'de birkaç yıllık eğitimi tamamlayan dönemin genç İngiliz aristokratları, özel öğretmenleri eşliğinde Avrupa'yı turlarlardı. Bu nedenle Faraday, sosyal açıdan hâlâ alt tabakaya ait olsa da, mesleki açıdan bilim dünyasında kendisine saygın bir yer kazandıracak bir konuma gelmişti.

Döndükten birkaç gün sonra, Faraday'a karşı minnettarlık ve biraz da mahcubiyet duyan Davy, onu hem Aygıtlar Müdürü hem de Mineral Koleksiyonu ve Laboratuvar asistanlığı konumuna getirerek çifte terfiyle ödüllendirmişti. Yaşlı kimyager ayrıca, Faraday'ı kendi deneylerini yapmaya da teşvik etmiş ve bunun üzerine Faraday da İtalya'dan getirdiği bir kaya örneğiyle deneylerine başlamıştı.

Faraday 1816 yılında, elde ettiği sonuçları -Toskana'nın Doğal Aşındırıcı Kirecinin Analizi- *Quarterly Journal of Science* (Üç Aylık Bilim Dergisi) adlı dergide yayımladı. Bu, onun ilk bilimsel makalesiydi ve adeta bir bağımsızlık bildirgesi gibiydi: Artık resmen, Davy'nin himayesindeki önemsiz bir kişi olmaktan kurtulmuştu.

İlerleyen yıllar içinde, Faraday'ın yetenekli bir bilim adamı olarak ortaya çıkışı, Kraliyet Enstitüsü'nü nitrojen triklorür dolu bir deney tüpünün patlaması gibi sarsmıştı. Artık, uygun deney aletlerine kavuşmuş ve teknik bir büyücü olduğunu kanıtlamıştı -kimileri onun Davy'nin veliahtı olduğunu bile söylemeye başlamıştı.

Faraday, tıpkı ciltlenmek üzere kitapları bir araya getirdiği zamanlardaki gibi, deneyleri de olağanüstü sabır ve doğruluk içinde yapıyordu. Dahası, ayrıntılar konusunda o kadar dikkatliydi ki, diğer bilim adamları, kendi aletleriyle gözlemlememiş olsalar dahi, şu ya da bu karmaşık etkinin varlığını, Faraday'ın sözüne dayanarak kabul etme eğilimindeydiler.

Bununla birlikte, gençliğindeki uzlaşmaz kuşkuculuğundan hiçbir şey yitirmeyen Faraday'ın başkalarının sözüne dayanarak bir şeyi kabul etmesi olanaksızdı. Pek çok kez olduğu gibi, kendisi görmedikçe herhangi bir olgunun varlığını kabul etmeyeceğini Faraday şu sözleriyle, açıklıyordu: "Doğa felsefecisi her öneriyi dinlemeye istekli olmalı, ancak kendi başına karar vermek konusunda da kararlı olmalıdır. Şahıslarla değil, olaylarla ilgilenmelidir. Ana amacı, gerçek olmalıdır."

Dini inancı ve sosyal yaşamdaki konumu Faraday'ı mütevazı bir adam haline getirmişti. Bu nedenle, bir meslektaşına, övülen kuşkuculuğundan söz ederken, yetenekleri ve fikirlerini fazla büyütmemeye özen göstererek şöyle diyordu: "Beğenilen bir teoriye sadık kalmak yüzünden, çoğu kez bilime telafisi çok daha fazla emek gerektiren pek çok yanlışlık girmiştir. Bu tür yanlışlıklara engel olmak, büyük oranda zihinsel alçakgönüllülük, bağımsızlık ve yenilgiyi kabul etmeyi gerektirir."

Bilimsel açıdan başına buyruk, dini açıdan ise alçakgönüllü olan bu genç doğa felsefecisi söylediği şeyleri kendisi de bizzat uygulayarak, Kraliyet Enstitüsü'nde öylesine saygın bir yer edinmiş ki, artık ciltçiliğe geri dönmek zorunda olmak gibi bir kaygısı kalmamıştı. Şimdi artık, diğer çocukluk hayalini -elektriğin gizemini ilk çözen kişi olmayı- gerçekleştirebileceğini düşünüyordu. Ancak ne yazık ki, dünyanın başka yerlerindeki bazı kişiler de aynı şeyin hayaliyle büyümüş ve şimdi bunu gerçekleştirmeye epeyce yaklaşmışlardı.

Buna en çok yaklaşanların başında, Danimarkalı bir fizikçi olan Hans Ørsted geliyordu. 1820 yılında Ørsted, elektrik akımının tıpkı bir mıknatıs gibi davranarak, manyetik bir pusulanın ibresini hafifçe hareket ettirebildiğini bulmuştu.

Bundan birkaç ay sonra, bu şaşırtıcı buluş Fransa'da Ampère ve meslektaşı Dominique François Jean Arago tarafından biraz farklı bir yolla doğrulanmıştı. Ampère ve Arago, sarmal şeklindeki bir elektrik akımının da, demir filizlerini çeken bir

mıknatıs gibi davrandığını bulmuş ve bu yüzden buluşlarına elektromıknatıs adını vermişlerdi.

Geçen iki yüzyıl içinde, doğa felsefecileri elektrik ile manyetizma arasında çeşitli benzerlikler bulunduğunu keşfetmişlerdi. Fransız bilim adamı Charles-Augustin Coulomb bunların *benzer* kuvvetler olduğunu bulmuştu: Her ikisi de uzaklıkla tamamen aynı oranda azalmaktaydı. Alman bilim adamı Otto von Guericke bu kuvvetlerin *iki yüzlü* kuvvetler olduğunu keşfetmişti; yani, bunlar bazı cisimleri çekiyor bazılarını da itiyorlardı.

Faraday, Ørsted, Ampère ve Arago'nun bu iki kuvvetle ilgili olarak daha fazlasını, daha derin anlamı olan bir şeyi ortaya koyduklarını düşünüyordu. Yapmış oldukları şaşırtıcı buluş, şimdi elektrik ve manyetizmanın bir biçimde birbirlerinin yerine geçebileceği olasılığını da gündeme getirmişti.

Eğer elektrik bir mıknatıs gibi davranabiliyorsa, acaba bunun tersi de doğru olabilir miydi? Yani, *mıknatıs* elektrik gibi davranabilir miydi? Bir başka deyişle, bir mıknatısın elektrik üretme gücü var mıydı? 19. yüzyıl bilim dünyasında bu soruya yanıt bulmak için yapılan araştırmalar, tıpkı Kutsal Kâse'yi (İsa'nın son akşam yemeğinde kullandığı kâse) bulmak için yapılan araştırmalara benzemeye başlamıştı.

Faraday tam elektrik ve manyetizmanın gizemini çözme araştırmalarına katılmak üzereydi ki, araya Sarah Barnard adında genç bir kadın girdi. Faraday, yaşlı bir Sandeman mezhebi üyesinin kızı olan yirmi üç yaşındaki Sarah ile kilisede karşılaşmıştı. Birbirlerinden hoşlanmalarına karşın Faraday'ın, erkekleri işinden uzaklaştırdığı için aşkı suçlayan bir şiir yazması Sarah'ın kalbini kırmıştı.

Ne ilginçtir ki, Sarah'ın kendisine olan duygularını yeniden kazanması için Faraday'ın, yaptığı her şeyi olduğu gibi bırakması gerekiyordu. Bu çok zor olsa da, bilimsel araştırmalarında gösterdiği azmini bu sorunlu durumda da göstererek başarılı olmuştu: 12 Haziran 1821'de demircinin oğlu, gümüş eşya yapımcısının kızıyla evlendi.

Aşk zaten kendisini uzunca bir süre oyalamış olduğundan, Faraday balayı yapmak yerine elektrik ve manyetizmanın tarihi ile ilgili bir makale yazmak istiyordu. Bunu dile getirdiğinde, daha başlangıçta nasıl bir işe kalkıştığını çok iyi bilen sabırlı karısı, Faraday'ın bu arzusunu kabul etmişti.

Sonraki birkaç ay içinde yeni evli doğa felsefecisi eşi benzeri görülmemiş bir azimle çalışmayı sürdürdü. Hem Kraliyet Enstitüsü'nün kütüphanesinden hem de yurt dışındaki arkadaşlarından elde ettiği bütün kitapları okudu. Dahası, tıpkı şarap yapımı için üzüm toplar gibi, topladığı kitaplardaki deneylerin tümünü, elde edilen kimi sonuçları kendi başına doğrulamak için birer birer tekrarladı.

Ağustos ayının sonuna gelindiğinde, binlerce olguyu inceleyip yüzlerce deneyi tekrarladıktan sonra Faraday, Ørsted'in yaptığı deneylerin birindeki küçük bir tuhaflığı aklına takmış, bundan başka bir şey düşünemez hale gelmişti. Diğerleri de bunu fark etmişti ama, bu ince ayrıntı o kadar karmaşık ve önemsiz görünüyordu ki, ancak Faraday'ın küçük ve önemsiz görünen ayrıntılarla ilgilenen eşsiz beyni böyle bir ayrıntının üzerinde durabilirdi.

İzleyen yıllarda Faraday, gerçekten de ayrıntılar konusunda dikkatli olmanın ne kadar önemli olduğunu gösteren bir ders olarak bundan şöyle söz edecekti: "Bilim bize hiçbir şeyi göz ardı etmememiz ve küçük ayrıntıları küçümsememiz gerektiğini öğretir. Zira, büyük şeyler küçük şeylerden oluştuğu gibi, aslında küçük ayrıntılarda çoğu kez büyük şeyler gizlidir."

Faraday, elektrik akımının yarattığı manyetizmanın pusulanın ibresini daima aynı biçimde saptırdığını fark etmişti: Pusulanın bir masanın üzerinde yatay olarak durduğunu ve elektrik akımının da tabandan tavana doğru aktığını düşünürsek, pusulanın ibresi daima *saat yönünün tersine* doğru bir miktar sapıyordu -sapma asla saat yönünde olmuyordu. Faraday bunun ne anlama geldiğinden emin değildi, ancak elektrik ve manyetizmanın tarihi hakkındaki makalesini *Annals of Philosophy* (Fel-

sefe Yıllığı) adlı dergiye yayımlanmak üzere teslim ettikten sonra, bunun ne anlama geldiğini anlamaya başlamıştı.

Düşüncelerini bu konu üzerinde yoğunlaştırdığında, aklında Ørsted'in ilk deneyini açıklayan bir tablo şekillenmeye başladı. Faraday, tıpkı yukarı doğru yükselen sıcak hava akımının kimi zaman büyük bir hortuma dönüşmesi gibi, yukarı yönde akan elektriğin de pekâlâ çevresinde kıvrılarak dönen manyetik rüzgârlar oluşturarak yakındaki bir pusulanın ibresini bir miktar döndürebileceğini düşündü.

Faraday, bunun bir teori olmadığını ama tahminden de öte bir şey olduğunu fark etmişti. Bunu denemenin bir yolu vardı: Bir elektrik akımı gerçekten de manyetik bir hortum oluşturuyorsa, bu hortumun yakındaki herhangi manyetik cismi, Ørsted'in pusulasının ibresinde olduğu gibi hafifçe değil, *sürekli olarak* döndürebilmesi gerekirdi. Sorun, bunun nasıl meydana getirilebileceğiydi.

Elindeki aletlerle gece gündüz haftalarca uğraşıp durduktan sonra, eylül ayının başlarında, Faraday bu sorunun cevabına ulaştı. Faraday, önce çubuk şeklinde bir mıknatıs alıp bir ucunu aşağıya doğru büktü. Bu biçimde cıva dolu bir kaba yerleştirildiğinde çubuk mıknatıs küçük bir şamandıra gibi, cıvanın içinde dik durabiliyordu.

Daha sonra, cıva kabının merkezine dikine bir tel yerleştirip üzerinden aşağıdan yukarı doğru elektrik akımı geçirdi. Sonuçta, çok önemli bir şey oldu: Mıknatıs şamandıra, telin çevresinde sanki görünmez bir akıma kapılmışçasına -*saat yönünün tersine* doğru olan görünmez bir akıma kapılmışçasına- dönmeye başlamıştı.

Yalnızca bu tek deneyle Faraday, bir taşla iki kuş vurmuştu; hem manyetik hortum teorisinin doğruluğunu göstermiş hem de bunu yaparken dünyanın ilk elektrik motorunu keşfetmişti.

İzleyen yıllarda mühendisler, Faraday'ın bu kaba ve tuhaf görünümlü mekanizmasını geliştirerek, o dönemde Endüstri Devrimi'nin itici gücü olan buharlı makinelerin yerini alacak

elektrik motorları yapacaklardı. Bundan bir yüzyıl sonra dahi, çeşitli şekiller ve boyutlarda ortaya çıkan elektrik motorlarının her biri, ilk kez İngiltere'nin işçi sınıfından gelen bu bilim adamı tarafından farkına varılan, hortum benzeri manyetik kuvvet alanı vasıtasıyla döndürülecekti.

1821 yılının Ekim ayında, *Quarterly Journal of Science* (Üç Aylık Bilim Dergisi) Faraday'ın keşfini, *Bazı Yeni Elektromanyetik Hareketler* başlığıyla makale olarak yayımladı. Bu makale bir düzine yabancı dile çevrildi ve kısa bir süre içinde dünyanın çeşitli yerlerindeki bilim adamları, Faraday'ın bu inanılmaz buluşunun kendilerine ait kopyalarını imal etmek için hummalı bir çalışma içine girdiler.

Faraday'ın şöhreti çok artmıştı; aynı şekilde Volta pillerinin yüksekliği de: Elektrik motorlarını çalıştırmak için gereken miktarda elektrik elde etmek amacıyla bilim adamları, koca odaları dolduracak kadar büyük, yüksek ve ağır piller yapmak zorunda kalmışlardı. Birileri çıkıp daha etkili bir elektrik kaynağı keşfedinceye kadar, buharla çalışan makineler Faraday'ın yeni makinelerinden daha kullanışlı olmaya devam edecek gibi görünüyordu.

Otuz yaşındaki Faraday hâlâ bir laboratuvar asistanı maaşı alıyor olmasına rağmen, Kraliyet Enstitüsü'ndeki meslektaşlarının saygısını ve hayranlığını kazanmıştı -ancak, biri hariç: Humphry Davy. Son yıllarda orta yaşlı kimyager, genç Faraday'ın hızla yükselen bilimsel başarısını biraz iftihar biraz da kıskançlıkla izlemişti; şimdi ise artık kendini tutamıyordu.

Bir zamanlar kimyanın kralı olan ve gelecekte de kralı olmaya devam edecek olan bu iki bilim adamı arasındaki hesaplaşma, Faraday'ın makalesinin dergide yayımlanmasından birkaç gün sonra başlayacaktı. Genç adamın kulağına, elektrik motoru fikrini Kraliyet Enstitüsü'nde bir yönetici olan William Hyde Wollaston'dan aşırdığına dair birtakım söylentiler gelmeye başlamıştı.

Bu suçlamaları kökünden çözmek amacıyla Faraday, telaş içinde Wollaston'a hemen bir mektup gönderdi. Mektupta şöyle diyordu:

"Efendim, sizinle bu konuda birkaç dakika görüşme ricasında bulunmaya cüret edecek kadar cesurum. Çünkü, kendimi ancak bu biçimde temize çıkarabilirim, çünkü size minnet borcum var, çünkü size saygı duyuyorum, çünkü hakkımdaki bu asılsız iddialardan bir an evvel kurtulmak istiyorum. Eğer size karşı herhangi bir yanlış hareketim varsa, o zaman da özür dilemek istiyorum."

İki gün sonra, iki adam yüz yüze görüştüler. Evet, Wollaston, Faraday'ınkine benzer aletlerle deneyler yaptığını ve tıpkı genç doğa felsefecisi gibi kendisinin de elektrik akımının manyetik kuvvet alanının döndürme özelliğine sahip olduğu sonucuna vardığını doğruluyordu. Ancak yine de Wollaston, Faraday'ı bu dedikoduları kendisinin başlatmadığına ve doğru bulmadığına ikna etti.

Sonraki birkaç hafta içinde, Wollaston'un Faraday'a olan bu açık desteği fısıltıları kesmişti. Ancak, genç adamı en çok rahatsız eden şey Sir Humphry'nin sessiz kalışıydı. Sorun çözüldükten sonra Faraday, kendisine bir zamanlar iyilikte bulunan bu adamın neden onu savunmadığını merak etmeye başladı.

İki yıl sonra Faraday bunun yanıtını aldı. Klorun nasıl sıvılaştırılacağını henüz keşfeden Faraday, konuyla ilgili makalesinin yayımlanmadan önce Davy tarafından okunmasına izin vermişti. Bu, aslında kurallar açısından gerekliydi, çünkü Davy hem Faraday'ın Kraliyet Enstitüsü'ndeki patronuydu, hem de artık çok saygın Kraliyet Derneği'nin başkanıydı.

On yılı aşkın bir süre kloru sıvılaştırmak için kendisi de çalışmış olan kırk beş yaşındaki Davy, Faraday'ın akıl hocası olarak bu büyük başarıdaki rolünün bütün dünya tarafından kabul edilmesini özellikle çok istiyordu. Ancak fazla ileri gitmişti. Üslubunu yeniden biçimlendirdiği makalede Davy, himayesindeki gence bu fikri sanki *kendisi* vermiş gibi bir izlenim yaratmıştı.

Şikayetçi olsun ya da olmasın, kendini Wollaston benzeri bir başka skandalla karşı karşıya kalma tehlikesi içinde hisseden Faraday, büyük bir sıkıntı ve rahatsızlık içine düşmüştü. Bu ne-

denle genç adam bu kez, alçakgönüllü bir yaklaşım içinde daha yumuşak davranmaya karar verdi. Faraday bunu daha sonra şöyle ifade edecekti: "Kendi çalışma konumu elimden kaçırmış olmaktan dolayı üzülsem de ona, kendisine ait olduğunu söylediği bir şeye, benim diyemeyecek kadar çok şey borçlu olduğumu da düşünüyordum."

İki ay sonra Faraday, İngiliz biliminin Olympos Dağı olan Kraliyet Derneği'ne üyelik için aday gösterilmişti. Bu, meslektaşlarının artık kendisine ne kadar büyük bir saygı beslediklerinin bir göstergesiydi. Bu, aynı zamanda Faraday'ın, Davy'nin yirmi yılı aşkın bir süredir oturduğu tahta doğru hızlı çıkışındaki son büyük adım olacaktı.

Davy, Faraday'ın adaylığını desteklemediği gibi, bunun aleyhinde bir kampanya da başlatmıştı. Öğle yemeği aralarında Kraliyet Derneği'ndeki meslektaşlarını dolaşıp onlara Wollaston olayını hatırlatıyor ve başkalarının fikirlerini gasp eden bu gence oy vermemeleri gerektiğini söylüyordu.

Hatta bir ara Davy, Faraday'dan adını adayların arasından gönüllü olarak sildirmesini bile istemişti. Faraday daha sonra bu olayı şöyle anlatacaktı: "Bu isteği karşısında ben de ona, adımı adayların arasına yazdıranın ben olmadığımı, bu nedenle de sildiremeyeceğimi söyledim."

Bu gelişme üzerine Davy, Kraliyet Derneği'nin başkanı olarak kendisinin bizzat adaylık önerisini iptal edeceği uyarısında bulundu. Faraday ise buna, Sir H. Davy'nin Kraliyet Derneği'nin lehine olduğunu düşündüğü şeyi yapacağından emin olduğunu söyleyerek yanıt verecekti.

1 Temmuz'da adaylığını -ve bu arada şerefi ile şöhretini dekurtarmak için Faraday, elektrik motoru keşfiyle ilgili olayların ayrıntılarına yeniden değinen bir makale yayımladı. Wollaston, bir kez daha Faraday'ın dile getirdiği itirazları haklı buluyor ve Sir Humphry ise bir kez daha sessiz kalıyordu.

Ancak Faraday bu kez Davy'nin sessiz kalışına sevinmişti, çünkü bu tavrı, tehdit ettiği gibi seçim sürecine müdahalede bu-

lunmayacağı anlamına geliyordu. Sonuç olarak, 8 Temmuz 1824'te Kraliyet Derneği üyelerinin yaptıkları gizli oylama ile sonuç neredeyse oybirliğiyle belirlenmiş, Faraday'ın atanması lehinde çok sayıda beyaz oya karşın, aleyhte sadece bir tek siyah oy çıkmıştı.

Bu doğrultuda bilinçli bir istek duymasa da, gönülsüz genç savaşçı Faraday, İngiltere'nin bilim kralını yenilgiye uğratmıştı. Faraday, Davy'nin bir kimyager olarak sahip olduğu yeteneklere hayranlık duymakla -bu hayranlığı hayatının geri kalan kısmında da devam edecekti- birlikte, bir meslektaş olarak kendisine yaptığı hainlikleri asla onaylamıyordu. Faraday bunu daha sonra şu hicivli sözlerle dile getirecekti: "Sahip olduğum üstünlüklerin en büyüğü, elimde bana ne yapmamam gerektiğini öğretecek bir modelin bulunmasıydı."

Bir yıl sonra, 1825'te, Kraliyet Derneği'nin en yeni üyesi olan genç adam, Kraliyet Enstitüsü'nün müdürlüğüne atandı. Faraday için bu, meslek yaşamının en büyük başarısıydı. On iki yıl önce sadık bir hizmetçi olarak katıldığı bilimin bu görkemli kalesinin yeni kralı olup çıkmıştı.

Bu gelişmelerden etkilenmemesini bilen Faraday, elektrik motorunu keşfettiğinden bu yana merak ettiği bir soruya cevap bulmak için laboratuvarında her zamankinden çok daha sıkı bir biçimde çalışıyordu. Eğer elektrik manyetizmayı üretebiliyorsa, bunun tersinin de doğru olmaması için bir neden var mıydı? Manyetizma da elektriği üretemez miydi?

Pek çok bilim adamı bu soruyu merak etse de, henüz bir yanıt bulunamamıştı. Buluşunu tamamlayacak mantıklı açıklamayı bulabilmek için gecesini gündüzüne katmasına rağmen Ørsted bile bu konuda başarılı olamamıştı.

29 Ağustos 1831'de hedefe ulaşan Faraday oldu. Kalın bir demir halkanın bir tarafına uzunca bir yalıtılmış tel saran Faraday, halkanın öteki tarafına da aynı şekilde ikinci bir tel sardı.

Her zaman olduğu gibi, Faraday'ın planı çok basitti; ilk tel sargı üzerinden elektrik akımı geçirecek ve bu da demir halka-

nın tamamı boyunca girdap gibi dönen manyetik bir rüzgâr yaratacaktı. Eğer bu manyetik fırtına diğer tel sargıda bir elektrik akımı üretirse, o zaman Faraday herkesin aradığı şeyi bulmuş olacaktı: Yani, manyetizmanın elektriği üretebildiği ortaya çıkmış olacaktı.

Böyle bir şey olduğu takdirde Faraday, bu üretilen elektriğin çok küçük olabileceği ihtimali üzerinde duruyordu; aksi halde, bunu başkaları şimdiye kadar çoktan fark etmiş olurdu. Bu nedenle Faraday, ikinci tel sargıya en ufak bir elektrik akımını dahi saptayabilecek bir ölçme aleti bağladı; bu aletle artık neler olacağını görmeye hazırdı.

Faraday, bir Volta piline bağladığı ilk tel sargıya elektrik akımı verir vermez umutla akım ölçere baktı. İbresi kımıldamıştı! Laboratuvar defterine çıldırmış gibi çalakalem şunları yazdı; "İbre hareket etti ve en sonunda başlangıçtaki konumunda durdu."

Faraday bir süre ibreye şaşkın şaşkın bakakaldı. Acaba ibre tekrar hareket edecek miydi? Birkaç dakika boş yere bekledikten sonra vazgeçti. Ancak, pili çözerken ibrenin tekrar fırladığını görünce şaşkınlıktan adeta donakaldı.

O gecenin geri kalan bölümünde, demir halkayı defalarca pile bağladı ve çözdü. Bunu her yapışında, akım ölçerinin ibresi kasılırcasına hareket ediyordu. Sonunda Faraday'ın aklına bir fikir geldi ve o anda tıpkı yirmi yıl öncesinin bir Noel arifesinde sevinçten havaya zıplayan o genç adamı andırıyordu.

İlk tel sargıdan geçen elektrik akımı bir manyetik hortum yaratıyordu; bu da diğer tel sargıda ikinci bir elektrik akımının oluşmasına neden oluyordu, ancak bu olay, sadece hortumun şiddetinde bir *azalma* ya da *artış* olduğunda meydana geliyordu. Bu, ibrenin neden sıçradığını da açıklıyordu: Faraday ne zaman pili bağlasa veya çözse, manyetik hortum da aniden başlıyor veya kesiliyor ve böylece de ibre sıçrıyordu. Bağlama ve çözme anları arasındaki zamanlarda ise, manyetik rüzgârlar demir halka boyunca sabit bir hızla girdap hareketi yaptığından herhangi bir şey olmuyordu.

Bu, bütün bir yaşamı bir deniz fenerinin çevresinde geçen bir adamın durumuna benziyordu; sis düdüğü adamın dikkatini ancak sesi birdenbire kesildiğinde ya da uzun süre kapalı kaldıktan sonra tekrar çalmaya başladığında çekebilirdi. Öte yandan, herhangi bir değişiklik olmadan uzun süre çalmaya devam eden sis düdüğü adamın dikkatini çekmeyi başaramayacaktı.

Faraday birkaç ay sonra yaptığı aleti geliştirip iyileştirdi ve her seferinde ilk buluşunu doğrulayan sonuçlar aldı. Nihayet, 1831 yılı sona ermeden, Kraliyet Enstitüsü'nün kırk yaşındaki dehası tarihi keşfini basit bir ifadeyle özetleyebilmişti:

"Bir manyetik kuvvet azaldığında ya da arttığında elektrik üretir;
ne kadar hızlı artar ya da azalırsa, ürettiği elektrik de o kadar fazla olur."

Onun bu büyük buluşunda herhangi bir yanlışlık tespit edemeyen meslektaşları bunu yazıyla ifade etme kararı karşısında oldukça şaşırmışlardı. Newton'un sonsuz küçükler hesabını bulduğu 17. yüzyıldan bu yana *matematik*, bilimin dili olarak seçilmişti.

Herhangi bir dilde -İngilizce, Latince, Yunanca- kaleme alınmış bir metin, kusursuz bir biçimde kaleme alınmış olsa dahi, yanlış anlaşılabiliyordu. Buna karşın matematik ise, doğa felsefecilerinin doğayı mükemmel bir açıklıkla ifade etmeyi umabilecekleri tek iletişim şekli olarak görünüyordu.

Bu nedenle, 1831 yılında zamanının anlayışıyla ters düşen Faraday, rağbet edilen bu düşünce tarzına uymayan birkaç önemli istisnadan biri olmuştu. Kendini matematik konusunda yetiştirmediği yetmiyormuş gibi -gerçekten de bu açıdan oldukça bilgisizdi- matematiksel hayal gücünün soyut kavramlarına körü körüne güvenen meslektaşlarının yanlış yönlendirilmiş olduğuna da inanıyordu; ona göre, asıl önemli olan titizlikle düzenlenmiş deneylerden öğrenilen gerçeklerin açık ve yalın bir dille ifade edilmesiydi.

Hayatının geri kalan kısmında Faraday, on altı yıl önce kendisini elektrik ve manyetizmanın gizemine açıklık getirmeye yönelten, "Dünya'nın yaratılmasından itibaren Tanrı'nın görünmez nitelikleri -sonsuz gücü ve Tanrısal yapısı- ortaya koyduğu eseri sayesinde açıkça görünür hale gelmiştir." biçimindeki Kutsal Kitap ayetine sadık kalarak, buluşunu herkesin anlayabileceği tarzda ifade etme arzusunu sürdürdü.

Sandeman mezhebi üyesi Faraday'ın bu sevimli ama acayip tutumunun yerini modern yaklaşımların alması için otuz yıl gibi uzun bir süre geçmesi gerekecekti. 1865 yılında genç İskoç fizikçi James Clerk Maxwell, dönüm noktası niteliğindeki *Elektrik ve Manyetizma Üzerine* adlı eserini yayımlayacaktı. Bu eserinde Maxwell, Faraday'ın basitçe ifade ettiği buluşunu matematiksel bir denkleme dönüştürmüştü.

Maxwell manyetizma için B ve elektrik için E simgelerini kullanmıştı. Ayrıca, bir şeyin artma veya azalma hızı için $-\partial / \partial t$ ve miktarı için de $\nabla \times$ simgelerine başvurmuştu. Buna göre, Faraday'ın buluşu aşağıdaki matematiksel denkleme dönüşüyordu:

$$\nabla \times E = - \partial B / \partial t$$

Yani, manyetizma tarafından üretilen elektriğin miktarı, manyetik kuvvetin artma veya azalma hızına eşit oluyordu. Çok hızlı bir biçimde değişen bir manyetik kuvvet çok miktarda elektrik, yavaşça değişen bir manyetik kuvvet ise çok küçük bir miktar elektrik üretiyordu. Zaman içinde sabit kalan bir manyetik kuvvet ise hiç elektrik üretmiyordu.

Her ne kadar düşüncelerini ifade ettiği dili bilim kaba olarak nitelendirmişse de, Faraday dünyaya bir şairin gözüyle bakmıştı -yani karmaşıklığın olduğu yerde basitliği görmüştü. Ørsted ile birlikte, elektriğin manyetizmayı, manyetizmanın da elektriği doğurabileceğini ve bu ikisi arasında doğada bir benzeri daha olmayan, yakın ve dolambaçlı bir akrabalık ilişkisi bulunduğunu göstermişlerdi.

Hem elektrik hem de manyetizma kendilerini tek başlarına gösterebilmekle birlikte, aslında birbirlerine ayrılmaz bir şekilde bağlıydılar: Birinin mevcut olduğu yerde, diğeri de mevcuttu. Bu nedenle bilim, birbirleriyle garip bir ilişki içinde olan bu iki kuvvete en sonunda tek bir isim takmıştı: *elektromanyetizma*.

Elektrik ve manyetizmaya ilişkin bu yeni bakış açısı sayesinde, Faraday ve takipçileri, bilimin doğanın kuvvetlerini birleştirmeye yönelik rüyasını nihayet, kısmen de olsa gerçekleştirebilmişlerdi. Ancak bu, üç kuvvetin hepsini birleştirmedeki genel başarısızlıklar göz önüne alındığında, büyük bir zafer sayılmazdı; bilimin kutsal üçlüsü, ne de olsa, Hıristiyanlığın kutsal üçlüsü kadar erişilmez değildi.

Bu üçlünün aynı zamanda sanıldığı kadar değerli olmadığı da ortaya çıkacaktı. 20. yüzyılda bilim adamları tümüyle yeni başka kuvvetler de bulacaklardı. Bu ise, doğanın nasıl yaratıldığı ve geleceğinin nasıl şekillendiğine ilişkin görüşleri daha da karmaşık bir hale getirecekti. Geçmişle kıyaslandığında Evren, bir daha asla Faraday'ın dünyanın elektrikle manyetizma arasındaki bu yakın ilişkiyi görmesine yardımcı olduğu dönemlerdeki kadar basit görünmeyecekti.

Ayrıca, Faraday'ın denklemi nedeniyle insanların yaşamı da bir daha asla eskisi kadar basit olmayacaktı. Sıradan bir işçinin oğlu, Endüstri Devrimi'nin sona erip Elektrik Çağı'nın başladığını haber vererek doğanın büyük bir gizemini kavramış ve yazıya dökmüştü.

Sondeyiş

İngiltere'den bağımsızlıklarını kazandıktan yaklaşık yüz yıl kadar sonra Amerikalılar kölelik sorunu yüzünden iç savaşın pençesine düşmüşlerdi. Tarihteki en acı ve en şiddetli sınıf mücadelelerinden olan bu iç savaş nihayet sona erdiğinde, 9 Nisan 1865'te Appomattox Virginia'da, Robert E. Lee, Ulysses S. Grant'a teslim olmuş ve Amerika Birleşik Devletleri'nde kölelik resmen yasaklanmıştı.

Amerikalılar ve İngilizler arasında yaşanan 1812'deki savaşta, barışın imzalandığı haberi o denli yavaş yayılmıştı ki, anlaşmanın imzalanmasını izleyen iki hafta boyunca durumdan habersiz olan Amerikan ve İngiliz askerleri birbirleriyle savaşmayı sürdürmüşlerdi. 1865'te ise her şey farklıydı: Telgraf sayesinde Lee'nin teslim olduğu haberi bir anda dünyaya yayılıvermişti.

Yalnızca yirmi yıldır kullanımda olmasına rağmen, çok hızlı haberleşme imkânı sağlayan telgraf, dünya halklarını daha o zamandan birbirine yaklaştırmıştı. Patenti ilk kez Samuel Finley Morse adındaki Amerikalı bir ressam tarafından alınan telgraf, Ørsted, Ampère ve Arago'nun elektromıknatısı keşfetmesinin doğrudan bir sonucuydu.

Gönderici telgrafın anahtarına bastığında, bir ucu alıcının elindeki küçük bir elektromıknatısa bağlı olan bir tel üzerinden bir akımın geçmesini sağlıyordu. Her basışta, alıcıdaki elektromıknatıs hemen üzerindeki ince demirden bir dili kendine doğru çekerek bir "klik" sesi çıkarıyordu. Gönderici anahtarı bıraktığında, elektrik akımı kesiliyor, elektromıknatıs gücünü yitiriyor ve demir dil eski konumuna geri dönüyordu.

Morse, bir şifre oluşturmuştu. Öyle ki, yeni aygıtının ürettiği aralıklı "klik"lerle alfabenin herhangi bir harfi okunabiliyordu. Sonuçta, başarılı bir telgraf operatörü dakikada 150 harf gönderebiliyor veya alabiliyordu.

Sadece Morse tarafından değil, pek çok insan tarafından geliştirilip reklamı yapılan telgraf makineleri, Amerikan İç Savaşı'nın patlak verdiği güne kadar pek fazla dikkat çekmemişti. Bu savaş sırasında telgraf, savaş alanındaki subaylarla gerideki karargâhlarında bulunan komutanlar arasında haberleşmeyi kolaylaştırarak, askeri stratejiyi bütünüyle değiştirmiştir.

Savaş sona erdikten sonra telgraf çok büyük bir itibar kazanmıştı. Yirmi ülke, telgraf cihazlarına ve telgraf haberleşmesine bir standart kazandırmak üzere bir anlaşma imzalamaya karar vermişti. Bu, ITU'nun (Uluslararası Telgraf Birliği'nin) ve AT&T (Amerikan Telgraf ve Telefon Şirketi) ve ITT (Uluslа-

rarası Telefon ve Telgraf Şirketi) gibi özel haberleşme şirketlerinin habercisiydi.

Ørsted, Ampère ve Arago, keşiflerinin nasıl işe yaradığını görecek kadar yaşamamışlardı, ama meslektaşları Michael Faraday, hasta da olsa, hâlâ hayattaydı. Faraday, Amerikan Konfederasyonu'nun teslim olduğunu ve tarihi telgraf anlaşmasının yapıldığını, kendisi ile karısı Sarah'ı tekrar eski sağlıklarına kavuşturmaya çalışan yeğenlerinden duymuştu.

Faraday, otuz altı yıldır sürdürdüğü Kraliyet Enstitüsü başkanlığını bırakmıştı. Hükümdarlık dönemi gerçekten de benzersiz olmuştu: Daha önce hiç kimse İngiliz toplumunun en alt tabakasından yola çıkıp Kraliyet Enstitüsü'nün başkanlığına kadar yükselmemiş ve başkalarının büyük ölçüde entelektüel zevk için yaptığı bir işten geçimini temin etmemişti: Bundan böyle bilim, hür zenginlerin hobisi olmaktan çıkıp hür düşünce-lilerin yaptığı bir iş haline gelecekti.

Yetmiş üç yaşına gelen bilimin bu sadık hizmetkârı, artık Kraliçe Victoria tarafından kendisine verilen küçük bir evde yaşıyordu. Kraliçe yaşlanan Faraday'a karşı sıcak duygular besleyip cömert davranışlar sergilemekle birlikte, Faraday gösteriş ve lükse düşkün birinin yapabileceği gibi bu ilişkiyi suistimal etmemişti. Zaten, yaşamının önceki dönemlerinde bu tür aşırı düşkünlüklerin sorunlara yol açtığını öğrenmişti.

Örneğin, 1844 yılında Sandeman Kilisesi'nin mütevelli heyeti üyesi olarak bir pazar ayinini kaçıran Faraday geçici olarak açığa alınmıştı -böyle bir şey bütün hayatı boyunca sadece bir kez başına gelmişti. Kraliçe'yle birlikte yemekte olduğunu açıklamaya çalışmışsa da, katı düşünceli rahipler bunu yeterli bir mazeret olarak görmemişti.

Sahip olduğu katı dini inançları, sosyal açıdan seçkinci biri olmasına imkân vermese de, dünyanın her yerinden kendisini takdir eden kimselerden bilimsel şeref nişanı almasına engel oluşturmuyordu. Faraday, dünyanın hemen her büyük ülkesinden sayıları neredeyse yüzü aşan unvan ve ödül almıştı.

Ödüllere çok değer veren birisi değildi: Bütün bir yaşamı boyunca hayalini kurduğu bilim adamı olma idealinin gerçekleşmesi onun için yeterli bir ödüldü. Faraday kendisine verilen ödülleri nezaketen kabul etmişti. Bu durumu bir keresinde şu sözlerle anlatmıştı: "Bütün bu ödülleri fahri üyelik gibi görüyorum. İlgili tarafların onurunu zedeleyecek herhangi bir şey olmadıkça reddedilmemeleri gerektiğini düşünüyorum."

Faraday, kayda değer başarılarının hemen tümü için bir şeref payesi almış olmakla birlikte, 1831 yılında, değişen manyetik bir kuvvetin elektrik ürettiğini keşfetmesi en büyük başarısı olmuştur. Bu basit bilgi dünyayı değiştirmiştir, çünkü Volta'nın pillerinden çok daha verimli bir şekilde elektrik üretebilen aletler olan dinamoların yapımını sağlamıştır.

Dinamolar, bir mıknatısı döndürmek suretiyle sürekli değişen bir manyetik kuvvet yaratıyordu. Faraday'ın denklemi, dinamoların dönmeye devam ettiği müddetçe sabit bir elektrik akımı üreteceğini garanti ediyordu.

Dinamonun yapımında, mıknatısın en iyi şekilde nasıl döndürüleceğinin belirlenmesi önemli bir konuydu. Önceleri, 1830'larda, mühendisler dinamonun mıknatısını döndürmek için bir *elektrik motoru* kullanmışlardı; motorun kendisi de dinamonun ürettiği elektriğin bir kısmını çekerek dönmesini sürdürüyordu. Bir başka deyişle, dinamo kendisini, vücut enerjisinin bir bölümünü daima kendi yiyeceğini yetiştirmeye ayıran bir insan gibi besliyordu.

Ancak mühendisler daha sonra, dinamonun mıknatısına kanatlar taktılar. Önceleri bu manyetik kanatlı çarklar düşen suyun kuvvetiyle döndürülmüş ve bu da *hidroelektrik* santrallar olarak bildiğimiz santralların yapımına giden yolu açmıştır.

Daha sonra başka mühendisler, suyun *kaynaması* sonucunda ortaya çıkan buharı kullanarak manyetik kanatlı çarkı döndürmeye karar verdiler: Bu, gerçekten de güzel bir fikirdi ve yirminci yüzyıla girildiğinde, gerekli olan ısı nükleer tepkime, odun, kömür, petrol ve hatta tezek de dahil olmak üzere çok

çeşitli kaynaklardan elde ediliyor, dinamolar buhar gücüyle döndürülmeye devam ediyordu.

Ayrıca mühendisler, buharın çok yüksek basınçlarda elde edilmesi halinde dinamonun daha hızlı döndüğünü de keşfetmişlerdi. Faraday denklemine göre de, daha hızlı dönen mıknatıslar daha hızlı değişen bir manyetik kuvvet yaratıyor, bu ise daha büyük bir elektrik akımının üretilmesiyle sonuçlanıyordu.

1865 yılına gelindiğinde dinamolar, deniz fenerlerinin tepesindeki dev ark lambalarını çalıştıracak kadar güçlenmişti. Yıllar geçtikçe dinamolar, Alexander Graham Bell'in telefonunu, Thomas Alva Edison'un ampullerini, Guglielmo Marchese Marconi'nin telsizini ve sayıları gittikçe artan fabrika makinelerini çalıştırmaya yetecek kadar elektriği üretmek için hem büyüyecek hem de güçlenecekti.

Gürültülü ve yetersiz buharlı makineleri sessiz ve düzgün çalışan elektrik motorlarıyla değiştiren dinamolar, Endüstri Devrimi'ni hızlandırmıştır. Elektriğin gittikçe daha kolay bulunur bir şey haline gelmesiyle de, elektrikli süpürge, ütü ve çamaşır makinesi gibi emekten tasarruf sağlayan elektrikli aletlerden yaygın şekilde yararlanılmaya başlanmıştır.

Kuruldukları her yerde dinamolar, kentlerin ekonomilerini canlandırıyordu. Gerçekten de, yeni iş imkânları, yeni ürün ve müşterilerin ortaya çıkmasındaki eşsiz yardımları sayesinde, kısa süre içinde bulundukları kentin zenginliğinin bir ölçüsü haline geliyorlardı. Gelecekte, ülkelerin gayri safi milli hasılaları, ürettikleri toplam elektrik miktarlarıyla doğru orantılı olarak artacak veya azalacaktı. Bu, başka hiçbir enerji türünde görülmeyen şaşırtıcı bir karşılıklı ilişkiydi.

1867 yılında elektrik dünyanın dört bir yanındaki milyonlarca insanın yaşam standardını yükseltmeye devam ederken, bütün bunları mümkün hale getiren Michael Faraday adlı dinamo sonunda yavaşlamaya başlamıştı. Birkaç yıl önce şöyle yazmıştı: "Herhangi bir konuda çalışmadan, zihinsel olarak

huzurlu, herkesin saygısını kazanmış ve Kraliçem tarafından şereflendirilmiş olarak evde öylece oturuyorum."

Kırk yılı aşkın bir süre çalışmış, yedi büyük ciltten oluşan ayrıntılı laboratuvar notları tutmuş, Kraliyet Derneği başkanlığını bir kez değil, iki kez geri çevirmiş ve Kraliçe'nin şövalyelik teklifini reddetmişti. Kraliçe'nin teklifi karşısında kibarca, "Sonuna kadar sadece Michael Faraday olarak kalmalıyım." demişti.

Karşılaştığı ve kendisine neler yaptığını soran dostlarına Faraday "sadece bekliyorum" cevabını veriyordu. Hayal ettiği her şeyi gerçekleştirmişti. Şimdi ise dinlenme zamanıydı. Michael Faraday 25 Ağustos 1867'de çok sevdiği koltuğunda oturur vaziyette ölecekti.

Kraliçe Victoria, Faraday'ın da, tıpkı Isaac Newton ve İngiltere'nin diğer ünlü bilim adamları gibi Westminster Manastırı'na defnedilmesini teklif etmişti. Ancak, tahmin edileceği gibi, bu teklifi kabul etmeyen ünlü bilim adamı, sadece kendi arkadaşlarının katılacağı sade bir tören yapılmasını, mezar taşının sıradan olmasını ve gösterişsiz bir yere gömülmeyi istemişti.

Tanrısını ve arkadaşlarını gücendirmekten özenle sakınan Faraday yaşadığı gibi ölmüştü. Yaşlı Faraday, geriye dönüp yaptıklarına bakarak şunları yazmıştı: "İşte tam kırk yıl geçti. Umarım, ne şimdi ne de kırk yıl önce küstah biri olmuşumdur."

Üç çeyrek yüzyıl içinde Faraday yoksul, ayak işlerine bakan ve çok çalışan bir çocuk olmaktan çıkıp, yoksul ve çok çalışan bir bilim adamı haline gemişti. Daha önce hiç kimse bilimi ve toplumu bu denli derinden ve kalıcı bir biçimde değiştirmediği gibi, o günden bu yana da bunu yapacak birisi çıkmamıştır. Bu nedenle, yoksulların oğlu ve prenslerin sırdaşı olan Michael Faraday, daima kendine özgülüğüyle hatırlanacaktır.

$\Delta S_{evren} > 0$

Yararsız Bir Deneyim

Rudolf Clausius ve Termodinamiğin İkinci Yasası

Dökülmüş sütün ardından
boş yere dövünmeyin, çünkü
evrenin tüm kuvvetleri
sütü dökmeyi aklına koymuştu bir kez.

Somerset Maugham

Rudolf Clausius elli üç yaşındaydı ve hayatının hiç de fena geçmediğini düşünüyordu; ancak, hayatın bildik yıpratıcı etkenleri Clausius'u bedensel ve ruhsal olarak yormuştu. Şimdi ise, dizindeki hiç rahat vermeyen ağrıdan ve aldığı diğer ufak tefek yaralardan çok daha kötü bir durumla karşı karşıyaydı: Karısı Adelheid, altıncı çocuklarını dünyaya getirirken ölüm tehlikesiyle yüz yüzeydi.

Kanepede endişe içinde oturan beş çocuğuna cesurca gülümseyerek, zamanı geriye döndürmeyi hayal etti; sonra tekrar durup, şu an olduğu kişi -Prusya'nın en ünlü fizikçisi- olmakla ne kadar şanslı olduğunu düşündü. Kendinden önceki bilim adamları toprak, hava ve suyun karmaşık davranışlarını anlamaya başlamışlardı; ancak, Aristoteles'in yeryüzündeki dört temel

elementinin en gizemlisi olan *ateşin* yapısını ilk keşfeden 1850'de Clausius olmuştu.

Clausius her zaman için, başarılarının kendisine dünya çapında kazandırdığı övgü ve takdirlere fazla değer vermeyen alçakgönüllü bir insan olarak tanınmıştı. Ancak şu an içinde bulunduğu bu özel durumda, ayrıcalıklı konumuna şükran duyuyordu, çünkü karısı "Adie"nin para ve saygınlığın sağlayabileceği en iyi tıbbi bakımı görebilmesi ancak bu sayede mümkün olabilirdi.

Doktorun doğumu tamamlamasını beklerken kafasını çevirip karısının bulunduğu odaya doğru baktığında, tıpkı bir zamanlar düşman mermisinin dizini parçalaması gibi, karısının yüreğini paramparça eden çığlıklarını işitti. Ayakta duracak hali kalmadığından en yakındaki sandalyeye çöktü ve ağlamakta olan üç yaşındaki en küçük çocuklarını kucağına aldı.

Karısı 1872'de bu çocuğa gebe kaldığında yaşam daha güzel ve heyecan vericiydi. O yıl Clausius, uzun bir süre yurtdışında kalan ailesini çok sevdiği Prusya'ya geri getirmişti. Fransızlarla yaptıkları berbat savaş henüz sona ermişti. Hem eve dönüşlerini hem de bir Alman imparatorluğunun kurulmasını bir çocuk dünyaya getirerek kutlamaktan daha iyisinin olamayacağını düşününce, ikisi de kendini tutamayıp kıkır kıkır gülmüştü.

Kesinlikle unutulmayacak bir yıldı diye düşündü Clausius, küçük çocuğuna daha da sıkı sarılarak. Ama eğer yeterli güce sahip olsaydı, zamanı daha da eskiye, savaştan *önceye*, ambulans biriminde gönüllü askerlik yaparken yaralanmasından *öncesine* döndürürdü.

Savaş! Karısıyla ilgili bir haber beklerken bir yandan da aklını sürekli başka şeylerle meşgul etmeye çalışan Prusyalı büyük bilim adamı, savaşla hayatın birbirine ne kadar da benzediğini düşünüyordu. Her ikisinin de özünde, doğruyla yanlış, hayatla ölüm ve zaferle yenilgi arasında bitmek bilmeyen destansı mücadeleler vardı.

Ayrıca Clausius, hem hayatın hem de savaşın sonuçta bir parça anlamsız göründüğünü de düşünüyordu. Ama gerçekten de

böyle miydiler? Bir kozmik muhasebeci, Evren'de şu ana dek yapılmış olan büyük ya da küçük bütün mücadelelerin sonuçlarını toplayabilseydi, acaba nasıl bir sonuca ulaşırdı?

Mücadelelerin olimpiyat yarışmalarındaki gibi ölçülebileceğini varsayarsak, acaba kozmik muhasebeci sonunda doğrunun yanlışa; yaşamın ölüme ya da zaferin yenilgiye üstün geldiğini mi bulacaktı? Yoksa, kocaman, anlamsız bir beraberlikle mi karşılaşacaktı?

Clausius, yüzyılın başında I. Napoleon ile Fransız halkının büyük bir zaferle ödüllendirildiğini düşünüyordu. O zamanlar İmparatorluk *onlarındı* ve Avrupa'yı *onlar* idare ediyordu. Ama şimdi ne olmuştu? Önce I. Napoleon, sonra da III. Napoleon ve halkı, güçlü Prusya ordusu tarafından yenilgiye uğratılmış, hayır, küçük düşürülmüştü. Bu nedenle, Fransızlar ve Prusyalılar açısından bütün bu savaşların, ölümlerin toplam sonucu tam bir yıkım olmuştu.

Bu tür düşüncelere dalmış durumdaki Clausius birdenbire karısının birkaç dakikadır bağırmadığını fark etti. Karısı, tıpkı Fransa'nın geri kalanı teslim olduktan sonra bile Paris'i Prusyalılara karşı sonuna kadar savunan Fransız Komün üyeleri gibi tam bir savaşçıydı. Clausius Fransızlardan nefret ediyor, ancak böyle bir cesareti de takdirle karşılıyordu.

Karısının ölümü yenme konusunda, vatanları için can veren Komün üyelerinden daha başarılı olmasını umuyor ve bunun için dua ediyordu. Bunu tabii ki onun için istiyordu, ancak aynı zamanda kendisi ve çocukları için de istiyordu; on dört yaşındaki en büyük çocukları bile annesiz yapamayacak kadar küçük sayılırdı.

Bu uzun bekleyiş çocukları da etkilemişti. Annelerinin nasıl olduğunu merak eden çocuklar huzursuzlanmaya ve ağlamaya başlamışlardı. Çocukların endişelerini hafifletmek amacıyla üst kata doğru yönelen Clausius da bu sessizliğin nedenini merak ediyordu.

Tam merdivenlere ulaşmıştı ki, dünyaya yeni gelmiş bir bebeğin ağlaması sessizliği bozdu. Clausius bir an donakaldı ama

o güzel sesin ayırdına varır varmaz mutluluk ve rahatlamanın verdiği zafer duygusuyla merdivenleri sıçraya sıçraya çıktı.

Karısının bir kez daha başarmasına şaşırmış ve Tanrı'ya Adie'nin hayatını bağışlaması halinde bunun son olacağına dair söz vermişti. Başta karısı olmak üzere her ikisi de bu çocuğu istemişti, ancak bundan sonra daha büyük bir aileye sahip olmak için karısının yaşamını tehlikeye atmayacaktı.

Sevinç içindeki Clausius merdivenlerden çıktığında, karısının bulunduğu odanın kapısı açıldı. Doktorla karşılaştı, ancak ne gariptir ki doktorun yüzü gülmüyordu. Clausius'u yanına çağırıp yorgun ve fısıltılı bir sesle karısını doğum sırasında kaybettiklerini söyledi. Bebeğin ters gelmesinin işi zorlaştırdığını ve Adelheid'in yorgun bedeninin bu mücadeleye dayanamadığını anlattı.

Clausius yıkılmamak için merdivenin tırabzanına sıkıca tutundu. İlk önce kendisine anlatılanların ne anlama geldiğini tam anlayamadı, ama kısa bir süre sonra durumu kavradığında tam olduğu yere çöküp kalacaktı ki, aşağıda kendisini bekleyen çocuklarını düşünerek tekrar toparlandı.

Biraz sakinleşince doktorla birlikte karısının bulunduğu odaya girdi. İçerisi karanlıktı, perdeler çekiliydi, havada ter ve kan kokusu vardı. Odadaki sessizliği bozan tek şey, Clausius ailesinin yeni üyesi olan çok güzel bir kız çocuğunun ağlamasıydı.

Biraz ürkek, biraz da saygı dolu bir tavırla Adie'sinin yatağına doğru ilerledi; çarşafında koyu kırmızı lekeler vardı. Gözleri, sanki hâlâ hayattaymış gibi açıktı ve teni de hâlâ sıcaktı. Ancak hareketsiz bedeni içindeki son umut kırıntısını da alıp götürdü. Doktor yanılmamıştı; on altı yıllık güzel ve cesur karısı ölüme yenik düşmüştü.

Karısının gittikçe soğuyan elini tutarken, ölümle yaşam arasındaki bu sonsuz mücadelenin ne kadar garip, acımasız ve yürek parçalayıcı olduğunu düşünerek, acı içinde gözyaşlarına boğuldu. Bütün meslek hayatı boyunca ısının bilimsel açıklamasını bulmaya çalışmıştı. Ancak, karısının elindeki yaşam ısısının

akıp gittiğini fark ettiğinde hissedebildiği tek şey, insan yaşamının anlamsızlığının yarattığı büyük bir öfkeydi.

Doğduğumuz andan itibaren birbirimizle ve ölümle mücadele etmekten başka bir şey yapmadığımızı düşündü, kafasını pişmanlık içinde sallarken. Savaşta feci biçimde ölen askere hepimiz acıyorduk ama gerçekte hepimizin bütün yaşamı, sonunda zaten kaybedeceğimiz hayatta kalma mücadelesi içinde geçiriyordu.

Yaşayan her insan bu acı gerçeği fark etmiştir, ancak Clausius bunu o anda herkesten daha iyi anlıyordu ve buna yol açan olay da sadece karısının ölümü değildi. Yirmi beş yıl önce ortaya koyduğu devrim niteliğindeki ısı teorisi ona, Yaşamı ve Ölümü duygusal olarak değil, eşi benzeri görülmemiş bir biçimde, *nicel* olarak açıklama imkânı vermişti.

Sonuç olarak Clausius, Yaşam ve Ölüm ile ilgili o sıra dışı muhasebe sorusuna yanıt bulabilmişti. Yaptığı hesaplamalar, herhangi bir anda Evren'de ölen şeylerin sayısının doğan şeylerden daha fazla olduğunu göstermişti: Ölüm her zaman Yaşam karşısında galip gelmişti. Bu ise her yaşamın neden daima bir sonunun olduğunu açıklıyordu.

Clausius, ölümün acımasız kuvvetleriyle giriştiği mücadelede pes eden Evren'in bir bütün halinde ölmekte olduğunu bulmuştu. Gerçekten de, en acılı olduğu şu anda bile, ölümle yaşam arasındaki bu acımasız dengesizlik devam ediyordu: Karısını yitirmiş ve bir kız çocuk kazanmıştı, ancak kalbinde ve aklında, büyük yaşam denkleminin niçin ve nasıl olup da verdiğinden daha fazlasını aldığını çözümlemişti.

Veni

Evren'in tamamında sadece iki tür süreç bulunmaktadır. *Tersine çevrilebilir* süreçlerde sonuçlar geri çevrilebilir; tıpkı, malın iade edilip verilen paranın geri alınabilmesi ya da durdurulup ters yönde oynatılabilen bir sinema filmi gibi. *Tersine çevrilemez* süreçlerde ise sonuçların geri çevrilmesi olanaksız-

dır; tıpkı, onarılamayacak hasarlar veren onur kırıcı hareketler ya da zamanın bedenlerimizde yarattığı kaçınılmaz tahribatlar gibi.

Tersine çevrilebilir olaylar, tümüyle ters yönde de meydana gelebildiklerinden, önce ileri ve sonra geri biçiminde sonsuza dek devam edebilir. Gerçekten de teoride, devridaim makineleri, yorulmak bilmez bir bisikletçinin yukarı aşağı pedal çevirmesini andırır bir biçimde tersine çevrilebilir mekanizmalarla çalıştırılır.

Oysa, tersine çevrilebilir olmayan süreçler kalımsızdır. Bunlar meydana gelirken, sarısıyla akı karıştırılıp pişirilen bir yumurta ya da çürümeye yüz tutmuş bir domates gibi düzeltilmesi mümkün olmayan bir bozulma geçirirler. Bir genelleme yapmak gerekirse, bu tür olaylar "yaşlanır" ve sonuçta daima ölümle veya yıkımla son bulur.

Mark Twain bir keresinde "seksen yaşında doğup yavaş yavaş on sekiz yaşımıza ulaşabilseydik, çok daha mutlu bir yaşam sürerdik" diye serzenişte bulunmuştur. Bu düşünce doğru olabilir, ancak yaşam hiçbir biçimde *tersine çevrilemeyen* bir süreçtir; başladığı andan itibaren yaşam, daima geçmişten içinde bulunduğumuz ana ve oradan da geleceğe doğru akan bir süreç olarak işler; bunun tersi asla gerçekleşmez.

Öte yandan 17. yüzyıl doğa felsefecisi Isaac Newton ise Evren'in genel özelliklerinin *tersine çevrilebilir* göründüğünü fark etmişti: Yokuş yukarı ve aşağı yuvarlanan cisimler; sağa sola sallanan sarkaçlar; patlayan ve içe doğru çöken şeyler; kısacası, belirli bir yönde gelişen her doğal süreç için, tam zıt yönde gelişen başka bir doğal süreç varmış gibi görünüyordu. Buradan yola çıkarak Evren'in sonsuza kadar varlığını sürdürecek kozmik boyutta bir "devridaim makinesi" olduğu söylenebilir miydi?

18. yüzyılın büyük bir bölümünde doğa felsefecileri sağduyu ve Yahudi-Hıristiyan inançları doğrultusunda bunu doğrulayan bilimsel sonuçlar çıkarma eğilimindeydiler. Onlar için sona doğru yaklaşan bir Evren düşünebilmek çok zordu; daha da kötü-

sü, ölümsüz ve değişmez olan Yaratıcı'nın kendisinin de bunun bir parçası olduğunu düşünmek Tanrı'ya karşı saygısızlıktı.

Ancak 1700'lü yılların sonlarına doğru doğa felsefecileri, Evren'in tümüyle tersine çevrilebilir *olmadığını* keşfetmenin dehşetini yaşamaktan kaçamamışlardı. Bazı doğal süreçlerin tersinin olmadığı ortaya çıkmıştı ve bunlardan en az iki tanesi *ısı* ile ilgiliydi.

Birincisi, ısının hiçbir zaman soğuktan sıcağa akmaması, daima sıcaktan soğuğa doğru akmasıydı. Sözgelimi, sıcak bir kamp ateşinin üzerine konan bir kap soğuk su daima ısınıyordu. Suyun daha da soğuyup ateşin de daha çok ısındığı asla görülmemişti; ateşin üzerine konan bir kap asla donmuyordu.

İkincisi, *sürtünme*, hareketi daima ısıya çeviriyordu ve bunun tersi asla gerçekleşmiyordu. Örneğin, hareket halindeki bir aracın frenlerine basıldığında aracın durması sağlanabiliyor ve bu da frenlerin ısınmasına yol açıyordu. Ancak, ısının kendiliğinden, ileri doğru harekete dönüştüğü herhangi bir doğal mekanizma -sürtünmenin tersi bir durum- yoktu. Eğer böyle bir şey olsaydı, Dünya gerçekten de ilginç bir yer olurdu; örneğin, Güneş'in ısıttığı kayalar, gözle görülmez, bilinçli bir ruhun denetimine girmiş gibi, birdenbire kendiliklerinden hareket etmeye başlarlardı.

Tersine çevrilebilir olmayan bu tür doğal süreçlerin varlığı, tıpkı yaşamın kendisi gibi, Evren'in de her gün asla geri dönülmez bir biçimde günden güne yaşlanmakta olduğunu gösteriyordu. Acaba, ısıyla ilgili tersine çevrilebilir olmayan bu iki süreç Evren'i tam olarak nasıl yaşlandırıyordu? Bu yaşlanma süreci kaçınılmaz biçimde ölümcül müydü, yoksa Evren bir biçimde varlığını sürdürmeyi başarabilecek miydi?

Bunlar tabii ki bilimsel sorular olmakla birlikte, ölümle ilgili konularla bağlantılı olmaları dolayısıyla, insan yaşamının en derin, felsefi açmazlarıyla hemen iç içe geçebiliyorlardı. Gerçekten de, sonuçta, ısı ve ısının Evren üzerindeki etkisi konuları, dini inançlarımızın kalbine kadar uzanmıştı.

Zihinsel ve ruhsal dünyalar arasındaki bu buluşmayı iç açıcı bulmayanlardan birisi de, Protestan rahip Ernst Carl Gottlieb Clausius'tu. Yürekten inanan bir din adamı olarak, yaratılışımız ve ölümümüzle ilgli gizemlerin sadece Tanrı tarafından anlaşılabileceğine, insanoğlunun bunu anlama yolundaki inatçı çabalarının sonuçsuz kalmaya mahkum olduğuna ve büyüklük taslamaktan öteye gidemeyeceğine inanıyordu.

Clausius, Kuzey Prusya'da küçük bir kasaba olan Köslin (şimdiki adı Koszalin, Polonya'nın kuzeybatısında) halkı tarafından katı bir rahip olarak tanınıyordu. Başta, inananları "verimli olmaya ve üremeye" davet eden emri olmak üzere Tanrı'nın emirlerine sıkı sıkıya bağlı, boyun eğmez bir gelenekçiydi.

1821 yılının sonuna doğru, Clausius çiftinin çocuklarının sayısı 13'e ulaşmıştı ve karısı yine hamileydi. Ailenin yaklaşmakta olan doğumdan kaynaklanan heyecanı, Noel ve yeni yıl boyunca iyice arttı; sonunda, 2 Ocak 1822'de harika olay gerçekleşti, Clausius ve karısı, Rudolf Julius Emmanuel adını verdikleri yeni çocuklarına kavuştu.

Aynı yıl Paris'te, genç bir Fransız mühendisi yeni bir çağ başlatıyordu. Yıllar süren azimli çabalardan sonra Sadi Carnot, *Isının Hareket Ettirici Kuvveti Üzerine Düşünceler* adlı başyapıtın son düzeltmelerini yapıyordu. İlerde bu eser, Clausius'un dünyayı sonsuza dek değiştirecek olan ısıyla ilgili buluşlarına ilham kaynağı olacaktı.

I. Napoleon'un parlak savaş bakanı Lazare Carnot'nun oğlu olan genç Sadi'nin ilk gençlik yılları 1800'lerin başına, yani Fransa İmparatorluğu'nun gücünün zirvesinde olduğu döneme rastlar. Ülkesinin İngiltere, Prusya, Avusturya ve Rusya'nın elinde yok oluşuna ilk elden tanık olan Sadi, Fransa'nın buhar gücünden yararlanarak gücünü ve itibarını tekrar kazanmasını istiyordu.

Carnot epeydir, her sanayi ülkesinin geleceği için hayati önemde bir madde olan demirin eritilmesinde kullanılmak üze-

re çok büyük miktarlarda kömür çıkartmak için İngiltere'nin buharlı makineleri şimdiden kullanmaya başladığı uyarısında bulunuyordu. Gerçekten de Carnot, Fransa'nın rakibini dünya liderliğine taşımada buharlı makinelerin ne denli önemli bir rol oynadığını gözlemlemişti ve bu makinelerin ortadan kalkmasının "İngiltere'nin refah kaynaklarının kuruması, zenginliğinin dayandığı bütün dayanaklarının yıkılması, kısacası bu koca devin yok olması" anlamına geldiğini fark etmişti.

İngilizlerin buharlı makinelerinin, Fransızlarınkinden daha etkili olması genç Carnot'nun canını sıkıyordu: Aynı miktarda yakıtla İngiliz makineleri daha fazla iş yapıyordu. Bu küçük düşürücü ve tehlikeli eşitsizliğe bir çare bulmak peşindeki Carnot, yaşamını bu harika makineleri incelemeye adayacaktı.

Carnot, buharlı makinelerin çoğunun suyu buhara dönüştürmek için odun ya da kömür yaktığını öğrenmişti. Yüksek basınçlı buhar, makinenin silindirlerine doluyor ve pistonları dışarı doğru itiyordu. Buhar, bir boşaltma deliğinden dışarıya verildiğinde pistonlar da tekrar ilk konuınlarına dönüyordu. Boşaltılan buhar borularla bir soğutucuya gönderiliyor ve burada yeniden suya dönüştürülüp, tekrar yüksek basınçlı buhar haline geleceği kazana akıtılıyordu.

Buharlı makinelerde bu aşamalar her saniye boyunca pek çok kez tekrarlanıyordu. Karmaşık bir mekanizma olmakla birlikte aslında işin özü basitti: Makineye ısı veriyorduk ve o da karşılığında bize iş yapıyordu -ne var ki, çok az bir iş yaptırmak için genellikle çok miktarda ısı vermemiz gerekiyordu.

O dönemde, bir makinenin ürettiği işin sadece kazanının sıcaklığına bağlı olduğu biçiminde yaygın bir kanı vardı; yani, bir makinenin kazanı ne kadar sıcaksa o kadar fazla buhar ürettiğine, pistonlarının da bir o kadar hızlı ve güçlü hareket ettiğine ve sonuçta üretilen işin de aynı oranda arttığına inanılıyordu. Bu akla yakın görünse de, Carnot'nun tarihi nitelikteki bilimsel eserinde de göstereceği gibi, aslında yaygın bir yanılgıdan başka bir şey değildi.

Yeniden Köslin'deyiz: Oğlu Rudolf'un doğumundan birkaç yıl sonra rahip Clausius, ailesiyle birlikte özel bir okuldan iş teklifi aldığı yakındaki Ückermünde köyüne taşınmaya hazırlanıyordu. Kalabalık bir aileye bakmak zorunda olduğundan, yaşlı Clausius eğitimle ilgili bu yeni işi büyük bir istekle kabul etmişti. Yeni işi hem zar zor yeten rahiplik maaşına ek bir gelir sağlayacak hem de çocuklarını ruhsal ve düşünsel açılardan etkileme olanağı verecekti.

Ückermünde, Köslin'in yaklaşık yüz altmış kilometre güneybatısındaydı ve Clausius ailesinin yolculuğu birkaç gün sürmüştü. Oraya vardıklarında düşkırıklığına uğramamışlardı: Yeni evleri Baltık Denizi'ne bakan Pomeranya Körfezi'ndeydi ve burası çok sevimli bir yerleşim yeriydi. Deniz sayesinde mevsimler arası geçişin yumuşak olduğu nispeten kararlı bir iklime sahipti.

Rudolf yeteri kadar büyüdüğünde, diğer kardeşleriyle birlikte Rahip Clausius'un tek odalı okuluna gitmeye başladı. Neşeli bir yaradılışa sahipti ve çok çeşitli ilgi alanları vardı. Ancak, babasının din konusundaki adımlarını izlemeye pek istekli görünmüyordu.

Genç Clausius *doğayı* merak ediyordu. Yazları, sahil boyunca uzun yürüyüşler yapmayı, deniz kabukları toplamayı ve güneşlenmeyi seviyordu. Değişiklik olsun diye bazen Pomeranya orınanına kadar tırmanır, yol boyunca kaya örnekleri toplar ve dağlık katmanlardaki fosilleşmiş deniz kabuklarını toprağı kazarak çıkarırdı.

Genç Clausius okulda, deniz kabuklarının okyanustan bu kadar uzaktaki dağlara nasıl geldiğini öğrenmeye can atıyordu ve babası da bunu açıklamak konusunda aynı oranda istekliydi. Rahip Clausius, Kutsal Kitap'a ve kendilerini *Neptünist* (her kayacın deniz kökenli olduğunu savunan kuram yanlısı) olarak adlandıran jeologlara göre, Tanrı'nın büyük tufanı sonucunda Nuh'un Gemisi'ndekiler dışında bütün yaratıkların öldüğünü anlattı. Sular çekildiğinde, ölen yaratıklar tufan yüzünden ça-

murla karışmış bir biçimde yüksek tepelerde kurumuştu. Yaşlı Clausius, Avrupalı rahiplerin kiliselerinin çatı kirişlerine çeşitli fosilleri "Kutsal Kitap'ta Bahsedilen Devlerin Kemikleri" ibaresiyle birlikte asmalarının nedeninin bu olduğunu söylüyordu.

Genç Clausius'a, Kutsal Kitap'ta bu tufanın tarihinin çok kesin olarak belirtildiği de söylenmişti. Bu olay tam 4180 yıl önce meydana gelmişti -bu rakam Eski Ahit'te anlatılan şahısların yaşları toplanarak hesaplanıyordu. Rahip Clausius, aynı yöntemi kullanan Neptünistlerin hem Dünya'nın hem de Güneş'in yaklaşık 6000 yıl yaşında olduğunu hesapladıklarını da anlatıyordu.

Yakındaki liman kenti Stettin'deki liseye gitmek zorunda kaldığı güne kadar Rudolf Clausius doğanın, doğaüstü herhangi bir olguya başvurmaksızın da pekâlâ açıklanabileceğini fark etmemişti. Genç Clausius ilk kez dini olmayan bir eğitim alıyordu ve içinde, bütün bir yaşamını ısıyla ilgili çalışmalara adamasını sağlayacak dürtü oluşmak üzereydi.

Dini eğilimli Neptünistlerin yanı sıra *Üniformitaryanist* (birörneklik kuramını savunan kimse) olarak adlandırılan *laik* jeologların da var olduğunu öğrenmişti. Kısa bir süre önce bu hareketin önde gelenlerinden biri olan Büyük Britanyalı Charles Lyell, *The Principles of Geology: being an Attempt to Explain the Former Changes of the Earth's Surface by reference to Causes now in Operation* (Jeolojinin İlkeleri: Günümüzde Geçerli Olan Sebeplere Bakarak, Dünya'nın Yüzeyindeki Eski Değişiklikleri Açıklama Girişimi) adlı kışkırtıcı nitelikte bir kitap yazmıştı.

Lyell, bütün bir tarihi boyunca Dünya'nın, aralıklarla meydana gelen Tanrısal öfke patlamaları ile birdenbire ve felaketlerle değil, sıradan, doğal jeolojik kuvvetlerin etkisiyle *sürekli olarak* ve *yavaş yavaş* değiştiğini ileri sürüyordu. Dahası, bu jeolojik kuvvetlerin gücünü, Dünya'nın erimiş haldeki iç kısmından gelen tükenmez bir ısıdan aldığını yazıyordu; tıpkı, içinden gelen ısıdan güç alan insan vücudu gibi.

Bilim adamlarının büyük bir kısmının, Newton'dan esinlenerek benimsedikleri eskimiş ebedi Evren düşüncesinden vazgeçtikleri göz önünde bulundurulursa, Lyell'in tükenmez Dünya düşüncesinin modasının geçmiş olduğu ortaya çıkıyordu, ancak bu düşüncesi yine de Üniformitaryanist dostları arasında oldukça rağbet görüyordu. Lyell, "Dünya'nın yaşının belirsiz olabileceği olasılığını düşünmeye kendimizi alıştırmadıkça, jeolojide olabilecek en hatalı yorumlarda bulunma tehlikesiyle karşı karşıya kalırız." diyerek düşüncelerini belirtiyordu.

Genç Clausius buna pek inanamıyordu. Dünya'nın 6000 yaşında *olmadığı* fikri yeterince heyecan verici olmakla birlikte, ayaklarının binlerce kilometre altında, Dünya'nın tam merkezinde, doğayı -dağları, okyanus tabanlarını ve kendisini büyüleyen her şeyi- şekillendirecek kadar güçlü bir ısı makinesinin bulunduğunu hayal etmek de bir o kadar heyecan vericiydi.

Çığır açıcı bu düşünceler genç adamın ısıyla çalışan makinelere duyduğu merakı gittikçe artırıyordu. Eskiden beri bu tür makinelerin var olduğunu, ancak 1700'lerin başına kadar pek yarar sağlamadıklarını ve 1764'te İskoç mühendis James Watt tarafından çok önemli gelişmelerin kaydedildiğini öğrenmişti. Hatta genç Clausius, bir buharlı pompayı çalışırken görme olanağı da bulmuştu.

1840 yılına gelindiğinde, Rudolf Clausius, Ückermünde'de bütün ilk gençlik çağında gördüğü, öğrendiği ve yaptığından daha fazlasını, Stettin'deki öğrenciliği sırasında görmüş, öğrenmiş ve yapmıştı. İki yıl önce, buhar gücüyle çalışan gemiler tarihte ilk kez görkemli Atlantik Okyanusu'nu geçmişti. Şimdi, gözlerini açan bu lise öğrenimi sayesinde, tıpkı okyanusu aşan bu gemiler gibi, kendini geçmişin prangalarından kurtulmuş hissediyordu.

Liseyi bitirdikten sonra on sekiz yaşındaki hevesli Clausius, kendisinden önce beş ağabeyinin de yaptığı gibi Berlin Üniversitesi'ne girdi. Fen ve matematik konularında dersler almaya başlamıştı ki bütün ilgisi fizik profesörü Gustav Magnus'dan öğrendiği bir şeyin üzerinde toplandı.

Derslerinden birinde, kısa bir süre önce vücut ısısıyla ilgili ilginç bir keşifte bulunduğunu söyleyen Magnus, vücut ısısının, bilim adamların her zaman inandıkları gibi akciğerlerimizde değil, damarlarımızda dolaşan kanımızda meydana gelen karmaşık kimyasal tepkimeler sonucunda oluştuğunu açıklamıştı.

O günden itibaren kendini ısıyla ilgili çalışmalara vermek Clausius'a cazip ve harcanan çabaya değecek bir uğraş olarak görünmeye başladı. Bu *cazipti*, çünkü hem doğanın kökenlerinde hem de kendi vücutlarımızda ısının merkezi bir rolü vardı. Bu çabaya *değerdi*, çünkü hâlâ hırıltılı ve gürültülü mekanizmalar olmakla birlikte, buharlı makineler Clausius'un kısa yaşamı boyunca önemli ölçüde gelişmiş, endüstride devrim yaratmış ve ısının gizemleri konusunda bilgili mühendisler için kârlı meslekler doğurmuştu.

1843 yılında son sınıfa geçen genç Clausius, yaşamından hoşnuttu. İyi notlar almış ve öğretmenleriyle sınıf arkadaşlarının saygısını kazanmıştı. Aynı derecede önemli bir başka unsur ise, doğa bilimlerinde ilgi duyduğu konuların nihayet kendiliğinden kısa bir liste halinde düzene oturması ve bu listenin birinci sırasına da ısının yerleşmesiydi.

Clausius'un *yaşama sevinci*, annesinin on sekizinci çocuğunu dünyaya getirirken öldüğünü öğrendiğinde birdenbire sönmüştü. Yıllarca, her hamilelik annesinin bedeninden yaşaması için gereken gücün bir kısmını alıp götürmüştü; bu sonuncusunda ise, ne acıdır ki, yaşam gücü tümüyle tükenmişti.

Babasına maddi açıdan yük olmayı istemeyen keder içindeki genç Clausius, boş zamanlarında özel ders vermeye karar verdi. Dahası, kendisinden daha büyük kardeşlerinin çoğu evlenip kendi ailelerinin sorumluluklarını üstlenmiş olduğundan, küçük kardeşlerinin bakımını gönüllü olarak üstlendi; bu şekilde kardeşlerinin bir annenin sıcaklığının ve ilgisinin yokluğunu fazla hissetmeyeceklerini düşünüyordu.

Yüklendiği ek sorumluluklar üniversitedeki çalışmaları için ayıracağı zamanın bir kısmını alıp götürmüşse de, Clausius

1844'te mezun olmayı başarmıştı. Hemen ardından, Berlin'in yaklaşık yüz altmış kilometre güneybatısındaki Halle Üniversitesi'nde yüksek lisans eğitimine başladı.

Kardeşlerinin yetişmesine katkıda bulunmaya kararlı olan Clausius, Berlin'de kalıp Halle'ye at sırtında gidip gelmeye karar verdi. Bu yorucu bir yolculuk olduğundan öğretmenleriyle özel olarak görüşüp çalışmalarının çoğunu evinde yapmak ve yalnızca çok önemli dersler için kampuse gelmek konusunda onaylarını aldı.

Bu, doktora yapmak için verimsiz bir yöntem sayılabilirdi; ama Clausius'a, kendi istediği biçimde okuma ve öğrenme serbestliği gibi bir üstünlük sağlıyordu. Isıya yönelik henüz oturmamış bilgisini derinleştirmekle işe başlamış ve çok geçmeden kendini konunun cazibesine kaptırmıştı.

Genç adamın ilgisini özellikle, ısının *olağanüstü* biçimde davranmasını sağlayan yöntemleri keşfeden bilim adamları ve mühendisler çekiyordu. Örneğin Çinliler, ısıyı normal eğiliminin tam tersi yönde, yani soğuktan sıcağa doğru akmaya zorlayan bir aygıt keşfetmişlerdi; *buzdolabı* adı verilen bu aygıt, buzdan yararlanıyor ve buharlaşma ilkesine göre çalışıyordu.

Aygıtın çalışmasıyla ilgili ayrıntıların yanı sıra Clausius, nihai işlevinin ısıyı soğuk bir kutunun içinden dışardaki nispeten daha sıcak durumdaki odaya doğru akmaya zorlamak olduğunu da öğrenmişti. Sonuç olarak, soğuk kutunun daha soğuk, sıcak odanın da daha sıcak bir hale gelmesiyle, doğal yollarla asla kendiliğinden gerçekleşmeyecek bir olay yaşanıyordu.

Genç Clausius özellikle, buharlı makinelerin de esasen ısının olağanüstü bir biçimde davranmasını sağlayan aygıtlar olduğunu gözlemlemiş olan Sadi Carnot'nun yaşamından ve çalışmalarından çok etkilenmişti. Carnot'ya göre doğanın yapamadığını yapabilen bu makineler sürtünmenin karşı teziydi: Buharlı makineler sürekli olarak ısıyı harekete dönüştürüyordu.

Alışıldık makinelerle ilgili ne kadar da alışılmadık bir bakış! Clausius, başta temel çalışması olduğunu öğrendiği *Isının Hare-*

ket Ettirici Kuvveti Üzerine Düşünceler adlı küçük kitabı olmak üzere, Carnot'nun yazdığı her şeyi okumaya can atıyordu.

Aylarca her yerde kitapçılara ve kütüphanelere bakan ancak eli boş dönen Clausius bunun nedenini de bu arada keşfedecekti. Carnot 1832 yılında, henüz otuz altı yaşındayken koleraya yakalanmıştı. Bu nedenle, sağlık görevlisinin emriyle, neredeyse bütün yazıları da dahil olmak üzere kişisel eşyaları yakılmıştı.

Cesaretini yitirmeyen genç Clausius, ikinci derecede önemli kaynakları okuyarak Carnot'nun çalışmalarıyla ilgili toplayabildiği kadar bilgi toplamış ve öğrendikleri karşısında şaşkınlığa düşmüştü. Fransız mühendise göre, bir buharlı makinenin ürettiği iş, sadece makinenin kazanının sıcaklığına bağlı *değildi*; kazanı ile soğutucusu arasındaki sıcaklık *farkına* bağlıydı. Clausius, basit şekilde ortaya konan bu formülün çok önemli bir buluş olduğunu ve *Carnot İlkesi* olarak adlandırılmaya değer bulunduğunu okumuştu.

Bir buharlı makinenin çalışmak için sadece ısıya değil, ısı *akışına* da ihtiyacı vardı; bu ise, ancak makinenin sıcak kazanı ile soğutucusu arasında bir *sıcaklık farkının* oluşması durumunda meydana geliyordu. Carnot vardığı sonucu şu sözlerle dile getirmişti: "İtici gücü ortaya çıkarmak için sadece ısı üretmek yetmez; aynı zamanda 'soğuk' da gereklidir; onsuz ısı bir işe yaramaz."

Carnot, yalın bir ifadeyle, bir buharlı makinenin basit bir değirmen çarkından pek de farklı olmadığını öne sürüyordu. Bir değirmen çarkı, yüksek bir yerden alçak bir yere doğru doğal olarak akan suyla çalışıyordu; aynı biçimde, bir buharlı makine de kazandan nispeten daha soğuk olan bir soğutucuya doğal yollarla akan bir ısıyla çalışıyordu. Bir şelale ne kadar yüksekse değirmen çarkının ürettiği güç de o denli büyük oluyordu; benzer biçimde, "ısı şelalesi" ne kadar yüksekse makinenin ürettiği enerji de o kadar büyük oluyordu.

Carnot'nun eşit derecede şaşırtıcı bir başka keşifte daha bulunduğunu öğrenmek Clausius'u fazlasıyla mutlu etmişti. Car-

not İlkesi'ne göre, kazan ve soğutucu sıcaklıkları diyelim ki sırasıyla 160°C ve 40°C olan bir makinenin, yaktığı kömürün tonu başına 27 milyar jullük iş üretmesi gerekiyordu; teorik açıdan böyle bir makine yaklaşık 2 milyar 750 milyon kilogram ağırlığındaki bir cismi yerden bir metre yukarı kaldırabilirdi -ya da, aynı biçimde, bir kilogram ağırlığındaki bir cismi yerden 2 milyar 750 milyon metre yukarı kaldırabilirdi.

Carnot pek çok farklı makinenin teorik olarak üretimini hesaplamış ancak en iyi İngiliz makinelerinin bile bu üretimin sadece yirmide birini yaptığını görmüştü; Fransız makineleri ise bundan da kötü durumdaydı. Başka bir deyişle, bütün makineler, Carnot'nun teorik olarak ulaştığı değerin çok altında kalmış görünüyordu. "Neden böyle olması gerekiyor?" diye merak ediyordu genç Fransız.

Bunun kısa cevabı, Carnot'nun ideal makinesinin bir devridaim makinesini andırmasıydı. Başka türlü ifade etmek gerekirse, verimi doğrudan doğruya kazanıyla soğutucusu arasındaki sıcaklık farkına eşit olan hayali bir makine, sonsuza kadar çalışabilirdi. Teorik olarak, makinenin ürettiği iş bir biçimde tekrar ısıya dönüştürülebiliyor, bu da daha sonra makineyi çalıştırmakta, iş üretmekte tekrar ısıya dönüştürmekte vb. kullanılabiliyor ve bu süreç sonsuza dek uzayıp gidiyordu.

Ancak, tıpkı devridaim makineleri gibi, Carnot'nun ideal makinelerinin de yapılması mümkün değildi (yine de bu umut kırıcı yargıya rağmen, şüpheciler denemeyi hiç bırakmadı). Fransız ya da İngiliz, bütün mühendisler sadece, Carnot İlkesi'nin tanımladığı teorik üretimi asla yapamayan *gerçek hayat* ürünü makineler yapabiliyorlardı.

Ne kadar kusursuz bir tasarıma sahip olsalar ve özenle kullanılsalar da, gerçek hayattaki buharlı makinelerin tümü şu ya da bu tür bir yetersizlikten etkileniyordu. Carnot nedenlerden birinin makinenin parçalarının birbirine sürtünmesi olduğunu bulmuştu. Buhar gücünü ısıya dönüştüren sürtünmenin, ısıyı buhar gücüne dönüştüren buharlı makinenin işleyişiyle taban

tabana zıt olduğu göz önünde bulundurulursa, bu pek de şaşırtıcı gelmiyordu.

Okuduğu her şey üzerinde uzun uzun düşünüp taşınan Clausius 1848 yılına gelindiğinde, Evren'in kaderi üzerine kafa yormaya başladı. Bilim adamları, Evren'in içinde akan ısının çeşitli tersine çevrilemeyen değişimler geçirmesi nedeniyle Evren'in yaşlandığına inanıyorlardı.

Öyleyse, diye düşünüyordu Clausius, tıpkı buzdolapları gibi, ısıyı soğuktan sıcağa doğru doğal davranışının tersine akmaya zorlayacak makineleri Evren'in tamamında kullanabilseydik ne olurdu? Bu şekilde, kozmik yaşlanma sürecini tersine çevirmiş olmaz mıydık? Clausius en azından şu soruyu merak ediyordu: Yaşlanma sürecini durdurup böylece Evren'i sonsuza kadar hep aynı yaşta tutamaz mıydık?

Böyle bir olasılığın gerçekleşmesinin mümkün olmadığını elbette o da çok iyi biliyordu; bunu gerçekleştirecek yeterli sayıda makineyi asla yapamazdık. Ancak, Evren'de bir yerlerde başkalarınca üretilmiş makineler ya da bizzat doğa tarafından yapılmış doğal makineler varsa ne olacaktı? Bu durumda, Isaac Newton ve çağdaşlarının düşünceleri her şeye rağmen doğru çıkmış olacaktı: Evren, ısının tersine çevrilebilir olmayan doğal davranışının yarattığı yaşlanmayı tersine çeviren makinelerle sonsuza dek işleyen dev bir devridaim makinesi olacaktı.

Bütün bu sorular genç Clausius'u yormuştu yormasına ama aynı zamanda tıpkı zorlu bir bedensel egzersizin ardından insanın kendini dinç hissetmesi gibi, kendini çok canlı hissetmesini de sağlamıştı. Her şey bir yana, bu tür sorular onu geri dönüşsüz, tersine çevrilebilir olmayan bir karara yöneltmişti: Bu sorulara cevap bulan ilk kişi olmayı istiyordu.

Vidi

Bilim adamları, ısı konusunu her zaman hayatları sanki buna bağlıymış gibi incelemişlerdi ve aslında bu bir abartı sayılmazdı: Hayatları -ve her canlının hayatı- gerçekten de ısıya bağlıy-

dı. Aristoteles'in de bir zamanlar söylediği gibi, ısı "hayatın ve ona güç veren her şeyin -gıdanın, duyguların, hareketin ve düşüncenin- kaynağıdır."

Aristoteles de, kendinden önceki Hippokrates ve sonraki Galenos gibi, vücut ısısının içimizde, kalbimizin sol karıncığı içinde bir yerlerde yanan esrarlı bir ateşten kaynaklandığına inanmıştı. Bilimsel amaçla insanları diri diri kesip biçenlere göre, kanın en kırmızı göründüğü (bununla en sıcak olduğu yeri kastediyorlardı) nokta burasıydı.

İki bin yıl sonra, 1833'te İngiliz gökbilimci John Herschel, ısının bu gezegende sadece insanlara değil, *tüm* canlı türlerine güç verdiğini ileri sürdü. Daha sonra yapılan deneyler, John Herschel'in haklı olduğunu göstermenin yanı sıra canlılara güç veren ısının canlıların kendi içlerinden değil, Güneş'ten geldiğini de ispat edecekti. Güneş, *her gün* 17×10^{15} kilovat-saat değerinde ısı yayıyordu.

Bu inanılmaz miktardaki ısı akışı, Dünya'daki bütün bitkilere güç veriyordu ve bu bitkilerin ince güneş panellerine benzeyen yaprakları güneş ışığını biyolojik kütleye ve fiziki harekete dönüştürüyordu. Bitkiler de karşılığında, sayısız çeşitlikteki faaliyetleriyle yaşamın gürültü ve patırtısını Dünya'nın en uzak yerlerine kadar taşıyan hayvanlara enerji sağlıyordu.

Herschel, Güneş'in ısısının yeryüzündeki *cansız* olgulara da can verdiğini söyleme cesaretini gösteriyordu. Sözgelimi, ısıtılan hava ve su genişleyip yükseliyor ve arkalarında akıntılar oluşturuyorlardı. Herschel, yerinde duramayan bu akıntıların yeryüzünde görmeye alışık olduğumuz hareketli ve çoğu kez de şiddetli meteorolojik olaylara yol açtığı sonucuna varmıştı.

İnsanların ölümüne ve felaketlere yol açabildiğinden, bu tür hava olayları bizi her zaman korkutmuştur. Ancak Herschel'in savı bize, doğal felaket olarak adlandırılan -kasırga, hortum ve sel- olayların Dünya'nın yaşadığını gösteren belirtileri oluşturduğunu ve onun canlılığının ve sağlıklılığının kanıtı olduğunu söylüyordu.

Sonuçta bütün bunlar doğaya ilişkin oldukça şaşırtıcı bir benzetmeyi akla getiriyordu: Güneş, dev bir buharlı makinenin ocağına benziyordu, Dünya'ya ve üzerindeki her şeye güç veren ısıyı üretiyordu. Ocak sıcak kaldığı sürece, güç verdiği bütün makineler -insanlardan yel değirmenlerine kadar hemen hemen her şey- asla buharsız kalmayacaktı.

Bilim adamları bu düşünceleri genişleterek, diğer güneşlerin de başka dünyalara benzer şekilde güç vermesinin mümkün olduğunu düşündüler. Bu nedenle, mikroskobik ya da makroskobik, canlı ya da cansız, Evren'in her yerinin bir tür ısı makinesinden güç aldığının düşünülebileceği sonucuna vardılar.

Isının öneminin bu şekilde algılanması, birçok bilim adamını, ısının tersine çevrilebilir olmayan davranışlarını anlamanın hayatın tersine çevrilebilir olmayan yapısını anlamayı da sağlayacağı düşüncesine yöneltti. Ancak, Aristoteles ile Herschel'in yaşadığı dönemler arasında geçen uzun süre içinde bilim adamları, doğru teoriyi bulana kadar dört farklı ısı teorisi geliştirip çöpe atmış ve ondan sonra bile ısı ve yaşamla ilgili bazı sorular günümüze kadar cevapsız kalmıştır.

Başlangıçta en büyük sorun ısının nasıl *ölçüleceğiydi.* İlk tahmini eski Yunanlılar yaptı; 1. Isı Teorisi: "Isı, sıcaklık hissini yaratan şeydir." İşte hepsi bu kadardı; oldukça basit bir teori.

Ama aynı zamanda yanlış bir teoriydi ve şu basit deneyi dahi açıklayamıyordu: Bir kimse sağ elini soğuk suya soktuğunda, suyun soğuk olduğunu hissediyordu; sol elini sıcak suya soktuğunda, suyun sıcak olduğunu hissediyordu. Buraya kadar şaşırtıcı hiçbir şey yok. Ancak ardından her iki elini birden ılık suya soktuğunda, sağ eli (soğuk suya sokulan) suyun sıcak, sol eli (sıcak suya sokulan) ise soğuk olduğunu hissediyordu.

Bu tutarsızlık 1. Isı Teorisi'ndeki kabul edilemez bir kusuru işaret ediyordu. Sonuç olarak, bilim adamları ısının sıcaklık hissini yaratan şey *olmadığını* kabul etmek zorunda kaldılar; bu hissi yaratan şey ısı *akışıydı.* Bu gerçeğin fark edilmesi 2. Isı Teorisi'ni beraberinde getirdi; ısı vücudumuza *doğru aktığında* bu

durum, sıcaklık hissi yaratır. Isı vücudumuzdan *dışarı aktığında* ise bu bizde soğukluk hissi yaratır."

Bu yeni teori, ısının doğal olarak sıcaktan soğuğa doğru aktığı şeklindeki çok eski gözlemle birlikte, yukarıda anlattığımız basit deneyi açıklamaya yetiyordu. Ilık sudan soğuk ele doğru *akan* ısı bu elde sıcaklık, tam tersine sıcak elden ılık suya doğru *akan* ısı ise bu elde soğukluk hissi yaratıyordu.

Bu, aynı zamanda *soyunma paradoksu* diye bilinen olguyu da açıklıyordu. Bir insan soğuk suya düştüğünde, hayati organların çalışmalarını sürdürebilmeleri için sıcaklığı dış deriden bu organlara doğru yeniden yönlendiren vücut, böylece hemen tepki göstermiş oluyordu. Dolayısıyla, dış deri en sonunda kendini çevreleyen sudan bile daha soğuk hale gelinceye kadar soğuyordu.

Bu noktada, ısı doğal olarak sıcaktan soğuğa doğru aktığından, soğuk sudan küçük bir miktar ısı, daha da soğuk olan dış deriye *doğru akıyor* ve bu da bir sıcaklık hissi yaratıyordu. Bunun üzerine soğuk suya düşen kişi giysilerini çıkarıyor ve ölümünü kendi elleriyle hızlandırıyordu.

2. Isı Teorisi, bilim adamlarının çok işine yaradığından 1592 yılına kadar saltanatını sürdürdü. 1592 yılında, ünlü İtalyan bilim adamı Galileo Galilei termometreyi -ya da kendi deyimiyle *termoskopu*- buldu.

Galileo'nun termometresi, asistanının anlatımıyla, "tavuk yumurtası büyüklüğündeki bir cam kaba, çapı bir samanınki, uzunluğu ise iki karış kadar olan bir borunun takılmasından" oluşan kaba bir aletti. Aslında bu, Galileo'nun ağız kısmını ters çevirip bir kap dolusu suya soktuğu uzun boyunlu bir şişeden başka bir şey değildi. Asistanı, Galileo'nun bu aletle "sıcağın ve soğuğun derecesini" araştırdığını anlatıyordu.

Soğuk günlerde, şişedeki hava büzülüp bir tür emme etkisi yaratıyor, şişenin dar boynunda suyu yukarı doğru çekiyordu. Su sütununun yüksekliği dışarısının ne kadar soğuk olduğunun kaba bir ölçüsünü veriyordu -sıcaklık ne kadar düşükse sütun da o kadar yükseliyordu.

Termoskop, ters yönde çalışan bir termometreydi ama zamanın bilim adamları için Galileo'nun bu biçimsiz aleti, ısının etkisini ölçmenin yenilikçi bir yöntemini ve yeni bir teorinin temelini temsil ediyordu; 3. Isı Teorisi: "Termometredeki sütunun yüksekliğini değiştiren şey ısıdır."

1. ve 2. Isı Teorileri *insanın* ısıyla ilgili güvenilmez ve değişken hislerine dayansa da, üçüncüsü bütünüyle nesnel bir teoriydi; hava ve neredeyse diğer bütün akışkanlar ısındığında genişliyordu. Bilim adamları bu genişlemeyi ölçebiliyordu.

Su ise istisnalardan biriydi; garip bir biçimde *soğutulduğu* zaman genişliyordu. Aslında, ölümünden sonra hemen dondurulan birisinin ileride tekrar hayata döndürülebileceği düşüncesine ilişkin tereddütlerin arkasında, suyun bu tuhaf davranış biçimi yatıyordu. Dondurulduğunda hücrelerdeki su genişliyor ve hücre çeperlerini onarılamayacak şekilde parçalıyordu.

Bu istisna bir kenara bırakılırsa, Galileo'nun bu kaba termoskobu 17. yüzyıl bilim adamlarını yine de heyecanlandırmış ve onu geliştirmek için çalışmalar yapmaya yönlendirmişti. Bir parça kararsız olduğu ortaya çıkan havanın büzülme veya genişlemesine güvenmek yerine, içinde alkolün kullanıldığı termometreler yapmışlardı. Ancak çok önemli bir problem vardı; herkes kendi aletinde farklı bir ölçek kullanıyor ve dolayısıyla ortaya bir uyumsuzluk çıkıyordu.

Örneğin, II. Ferdinand'ın emri doğrultusunda bir grup Floransalı bilim adamı, en yüksek ve en düşük değerleri, Toscana'nın sırasıyla en sıcak ve en soğuk günlerine karşılık gelen bir sıcaklık ölçeği kullanıyordu. İtalyanlardan aşağı kalmamak için aklı yemeklerde olan Fransızlar da, en yüksek değeri tereyağının erime sıcaklığına, en düşük değeri ise Paris'teki şarap mahzenlerinin sıcaklığına karşılık gelen ölçekler kullanıyordu.

İlk standart termometre ancak 1714'te yapılabilmişti. O yıl, Daniel Gabriel Fahrenheit adında az tanınan bir Alman fizikçi, ince, uzun boyunlu küçük bir haznenin içinde cıvanın kullanıldığı bir alet yaptı. Cıva ısındığında hazneden taşacak şekilde ge-

nişliyor ve saman inceliğindeki boyun kısmında, verilen ısı ile doğru orantılı olarak yükseliyordu.

Fahrenheit cıvayı seçmişti, çünkü bu madde yaklaşık *eksi* 40 ile *artı* 626 derece arasındaki sıcaklıklara (olağanüstü geniş bir aralık) maruz bırakıldığında, sıcaklıkla doğru orantılı olarak genişliyordu. Ancak ne yazık ki, termometresinin sıfırı, *tuzlu* suyun donma sıcaklığına karşılık geliyordu. Bu ise, Fahrenheit'ın ölçeğinde *saf* suyun donma noktasının 32, kaynama noktasının da 212'ye karşılık gelmesi demekti.

İnsanların bu rakamların çok kullanışsız olduğundan yakınması üzerine 1742'de, İsveçli bir gökbilimci olan Anders Celsius, kaynayan suyun karşılığı olarak 0'ın, donan suyun karşılığı olarak da 100'ün alındığı daha basit bir sıcaklık ölçeği hazırladı. Pek çok kimse buna da karşı çıktı, ancak Celsius'un bu iki rakamın yerlerini değiştirmesiyle tepkiler yumuşadı.

Sonraki yıllarda, hayatın değişik alanlarından pek çok kişi bu yeni, inanılmaz aletleri çok çeşitli şekillerde kullanmaya başladı. Örneğin çiftçiler, hayvanların ve kuluçkalık yumurtaların sıcaklıklarını bu aletlerle izleyebiliyor ve metorologlar da hava sıcaklıklarını izleyebiliyordu. Sonuçta, dünyanın çeşitli yerlerinde, her biri ileride bilim adamları tarafından kıyametimsi küresel ısınma teorilerini oluşturmak için kullanılacak olan çok değerli sıcaklık kayıtlarını derleyen, bölgesel ve ulusal meteoroloji istasyonları kurulmuştu.

18. yüzyıl hekimleri de, o dönemde hâlâ pek kullanışlı olmasa da, termometrelerden yararlanmaya başlamışlardı. Genelde hastalardan soluklarını termometrenin üzerine doğru vermeleri veya termometreyi ellerinde tutmaları isteniyordu ve çoğu kez güvenilir bir sonuca ulaşmak için bir saate yakın bir süre gerekiyordu. (İngiliz hekim Thomas Clifford Allbutt'un, hepimizin bildiği küçük klinik termometreyi keşfetmesi için 1866 yılına kadar beklemek gerekecekti.)

Ancak, eksikliklerine rağmen bu ilk termometreler yine de bilim adamlarına, hayatın kaynağı olan efsanevi vücut sıcak-

lığını ölçmek gibi eşi görülmemiş bir fırsat vermişti. Vücut sıcaklığının kararlı olduğunu keşfetmek bilim adamlarını hayrete düşürmüş ve heyecanlandırmıştı: Mevsim ne olursa olsun, dışarıdaki hava nasıl olursa olsun, insan vücudunun içi yaklaşık 96 Fahrenheit derece veya yaklaşık 36 Celsius derecede (bu daha sonra biraz yükseltilmiştir) sabitlenmiş gibi görünüyordu.

Bilim adamlarını, hepsi hoş olmasa da, başka sürprizler de bekliyordu. Gerçekten de, bu beklenmedik keşiflerden birisi, çok sevdikleri yeni teorilerinin pabucunu neredeyse dama atmak üzereydi.

Deyim yerindeyse kötü adam, Glasgow Üniversitesi'nde çalışan Joseph Black adındaki İskoç bir kimyagerdi. 1750'li yılların sonuna doğru Black, görünüşte zararsız bir şey yapmıştı: Eşit miktarlardaki su ve cıvayı bir fırında ısıtıp sonra da sıcaklıklarına bakmıştı. Cıvanın sudan daha sıcak olduğunu görünce çok şaşırmıştı. Aynı fırında aynı süreyle ısıtılmalarına karşın nasıl oluyor da farklı sıcaklıklara sahip olabiliyorlardı?

Fırından yeni çıkmış elmalı pastayı ısırınca ağzı yanan herhangi biri de aynı şeyi merak edebilirdi. Pastanın iç malzemesi aynı fırında pişirilmiş olmalarına rağmen, pastanın dış kısmına göre daima çok daha sıcaktır.

Aynı olay, kumun çıplak ayakla basmak için çok sıcak, deniz suyunun yüzmek için çok soğuk ve havanın ise bir havlu üzerinde uzanıp güneşlenmek için yeteri kadar ılık olduğu bir kumsalda da yaşanır. Hepsi aynı Güneş altında ısınsa da, kum, su ve hava tümüyle farklı sıcaklıklara sahiptir.

Black biraz düşündükten sonra ısının ağırlıksız, görünmez ve yok edilemez bir akışkan şeklinde hareket ettiği sonucuna vardı. Kendi fırın deneyini irdelediğinde, tıpkı farklı insanların alkollü içki tüketimi ve bunu kaldırma gücü açısından farklı kapasitelere sahip olması gibi, farklı cisimlerin de bu ısıl akışkanı soğurma ve tutma açısından farklı kapasitelere sahip olduğu sonucunu çıkardı.

Alkol kapasitesi yüksek olan birinin -yani, alkollü içkiyi kaldırma gücü yüksek olan birinin- davranışı, çok miktarda içtikten sonra bile çok az değişiklik gösteriyordu. Black, "ısı kapasitesi" yüksek olan herhangi bir maddenin *sıcaklığının* büyük miktarlarda ısıl akışkan soğurduktan sonra bile, benzer biçimde çok az değiştiği varsayımında bulundu.

Bunun tersine, alkol kapasitesi düşük olan birisinin davranışları, tek bir kadeh içse bile, büyük ölçüde -çoğu kez utandırıcı bir biçimde- değişiyordu. Aynı şekilde, ısı kapasitesi düşük olan bir maddenin sıcaklığı da çok az bir ısıya maruz kalsa bile büyük miktarda yükseliyordu.

Aynı şey, elmalı pasta ve kumsal için de geçerliydi. Elmalı pastanın iç malzemesi ve kum, ısı kapasiteleri çok düşük olan maddelerdi: Sıcaklıklarının yükselmesi için fazla bir ısı gerekmiyordu. Öte yandan, pastanın dış kabuğu ve hava, ısı kapasitesi yüksek maddelerdi: Çok sıcak ortamlarda bile soğukluklarını koruyabiliyorlardı. Daima bir istisna olan su ise, ısı kapasitesi bakımından arada bir yerdeydi.

Black'ın bu küçük, masum ama şaşırtıcı deneyinin termometreler üzerinde yıkıcı etkileri olmuştur. Eğer eşit miktarlarda ısı farklı maddelerde tümüyle farklı sıcaklıklar üretebiliyorsa, o zaman artık termometrelerin ısıyı hiç hatasız ölçtüğünü söylemek yanlış olurdu. İşte her şey bu kadar basit ve bu kadar acıydı; 3. Isı Teorisi'nin sonu gelmişti.

Bu gelişme çok temiz bir yaşam süren bilim adamlarına bile kafayı çekip sarhoş olmayı düşündürtmüştü. Ancak, Black ve diğer bilim adamları böyle yapmak yerine vakit kaybetmeden bir araya gelip yeni bir teori daha oluşturdular. Bu yeni teori bu kez Black'in, Latincede ısı anlamına gelen *calor* sözcüğünden esinlenilerek *caloric* (kalorik) adı verilen ısıl akışkan düşüncesine dayanıyordu. 4. Isı Teorisi: "Isı, görünmez, ağırlıksız ve yok edilemez bir kalorik akışkandan oluşur."

Pek çok şeyi açıklıyor gibi görünen bu yeni teori bilim adamları tarafından hızla benimsenmişti. Örneğin bilim adamları, bir

maddenin ısıtıldığında *genişlemesinin* nedenini, tıpkı kuru bir süngerin suyu emdiğinde genişlemesi gibi, kalorik akışkanı emmesine bağlıyorlardı.

Birbirine sürtünen cisimlerin neden ısındıklarına ilişkin bir açıklama da getirilmişti; sürtünme yoluyla ısınma buharlı makinelerde önemli bir verimlilik kaybına yol açıyordu. Bilim adamları, eski bir ceketin kuvvetle fırçalanmasıyla ortaya toz çıkması gibi, cisimleri birbirine sürtmenin de cisimlerde depolanmış olan kalorik akışkanı ortaya çıkardığını düşünüyordu.

Yıllar sonra, Sadi Carnot bu teorinin müritlerinden biri olacaktı. Gerçekten de, ısı makineleri ile değirmen çarkları arasında yaptığı o ünlü karşılaştırmanın merkezinde bu kalorik akışkan düşüncesi yer alıyordu. Bu karşılaştırma Carnot'ya, "Isının harekete geçirici gücünü, düşen bir suyun harekete geçirici gücüyle haklı olarak karşılaştırabiliriz." iddiasında bulunmak için gereken ilhamı verecekti.

Ancak bu yeni teori, büyük bir sorunu da beraberinde getiriyordu: Bilim adamları görünmez ve ağırlıksız bir akışkanı nasıl saptayacaklardı? İşte bu noktada ısıölçer ya da *kalorimetre* olarak adlandırılan (zaten başka ne denebilirdi ki?) bir alet keşfeden Joseph Black tarihte kendine bir yer açacaktı.

Black'ın keşfettiği alet, esas olarak çok iyi yalıtılmış bir kavanoz ile ağzından içeriye sokulmuş bir termometreden oluşuyordu. Kavanozun içinde yakılan maddeler bütün ısılarını, sahip oldukları tüm kalorik akışkanlarını kavanozun içinde hapsedilen havaya bırakıyor ve sonuçta ortaya çıkan sıcaklık artışı doğrudan doğruya termometre ile ölçülüyordu.

Termometrelerin pabucu daha kısa bir süre önce dama atıldığına göre, termometreden okunan değerin ortaya çıkan ısının gerçek bir ölçüsü olduğundan nasıl emin olunabilirdi? Ancak bu kez termometre, aynı miktarda ısıya daima aynı tepkiyi veren *havaya* bırakılan ısıyı ölçtüğü için durum farklıydı. Bir birimlik ısı belirli bir sıcaklık değerine, iki birimlik ısı bunun iki katına karşılık geliyor ve bu, böylece sürüp gidiyordu.

Bilim adamları Black'in güzel, akıllı ve küçük bir alet olan kalorimetresini, tıpkı bir zamanlar Galileo'nun bahtsız termoskobu için olduğu gibi kısa süre içinde büyük bir istekle benimsediler. Ancak bu kez, doğru iz üzerinde olduklarına inançları tamdı; bu kez teorileri ısıya dayanacaktı.

Bütün bir yüzyıl boyunca ardı ardına yapılan deneyler, bilim adamlarının bu iyimser düşüncelerini doğrulayacaktı. Bunların içinde en göz alıcısı, ünlü Fransız kimyager Antoine Lavoisier'nin 1775 yılında, hayatın gizemli ısı kaynağının insan vücudu içinde sabit bir sıcaklığı nasıl koruyabildiğini keşfetmek amacıyla küçük bir kalorimetreyi kullanmasıydı.

Bilim adamları, Aristoteles'in *kendi kendini besleyen ateş* inancının yerine başka açıklamaları çoktan koymuşlardı. İskoçyalı bir doktor olan John Stevenson, vücut ısısının yediğimiz yiyeceklerin vücudumuz tarafından gübreye dönüştürülmesinin bir sonucu olduğunu öne sürmüştü. "İnsanoğlunun o kadar hayran kaldığı vücudu, kokan bir gübre yığınından pek de farklı değil." diyordu.

Benjamin Franklin bile bir teori ortaya atma cesaretini göstermişti. "Hayvanlardaki sıcaklığın yükselmesinin vücut sıvılarındaki bir tür mayalanmadan kaynaklandığını düşünüyorum, tıpkı damıtma için hazırlanan içkilerde sıcaklığın yükselmesi gibi." diye yazıyordu bu büyük devlet ve bilim adamı.

Ciddi bir araştırmacı olan Franklin, varsayımını sınayacak kadar dikkatliydi. "bir damıtıcının fıçısındaki içkinin neredeyse insan vücuduyla aynı sıcaklığa, yani yaklaşık 36°C'ye sahip olduğunu" keşfetmişti.

Dönüm noktası niteliğindeki bir dizi kalorimetre deneyinde Lavoisier, toz haline getirilmiş mangal kömürünün yanmasıyla açığa çıkan ısıyı, kuşlar ve kobayların doğal yolla ürettikleri vücut ısısıyla karşılaştırmıştı (Bereket versin, zavallı yaratıkları yakıp kül etmek yerine, onları sadece kalorimetreye hapsetmişti). Ayrıca, her bir hayvan tarafından tüketilen hava miktarını izlemiş ve dışarı verdikleri gazları gözlemlemişti.

Sonuçta Lavoisier, hem hayvanların hem de yanan mangal kömürünün eşit miktarda hava tüketip ve eşit miktarlarda ısı verdiklerini keşfetmişti. Bu sadece bir rastlantı mıydı? Lavoisier bunun bir rastlantı olmadığına ve canlıların kendi ısılarını, yakılan cansız cisimlerle aynı yöntemle, yani basit kimyasal *yanma* ile ürettiklerine karar vermişti.

Kaba bir ifadeyle, Lavoisier, Aristoteles'in 2000 yıllık iddiasını onaylamıştı: Yaşamın kaynağı gerçekten de bir tür ateşti. Lavoisier, ısının olağan bir yanmanın sonucunda ortaya çıktığı gerçekten doğruysa, o zaman yaşamın ateşinin tıpkı bir cehennem gibi kendi kendini besler türden olamayacağını düşünüyordu; yani, sürekli *beslenmesi* gerekiyordu. Yakıt, yediğimiz yiyeceklerdi. Vücudun ayrıca *havaya* da ihtiyacı vardı ki bu da soluma yoluyla sürekli olarak sağlanıyordu. Bu nedenlerle, bu Fransız aristokrat bilim adamına göre, vücudumuzun yanma odasının kalp yerine *akciğerlerde* bulunması daha akla yakındı.

Büyüme süresi boyunca normal büyüklükteki bir havuç, Güneş'ten yaklaşık olarak 20.000 kalorilik ısı alıyordu (Beslenme uzmanları günümüzde ısı ölçüsü için büyük harfle başlayan Kalori birimini kullanmayı yeğliyor. Buna göre bir Kalori, 1000 kaloriye eşittir). Lavoisier, bir kimsenin böyle bir havucu yemesi durumunda, bütün bu ısının, yani bu kalorik akışkanın tümünün, o kişinin vücudunda meydana gelen yanma işleminin sonucunda serbest kaldığını düşündü. İnsan vücudu sabit sıcaklığını işte bu biçimde koruyabiliyor ve biz insanlar varlığımızı bu sayede sürdürebiliyorduk.

Kalorik teorisi (4. Isı Teorisi) ve kalorimetre 19. yüzyılda da gelişmesini devam ettirdi. Ancak 1814 yılında, Prusya'nın yarısı kadar büyüklükte bir Alman Krallığı olan Bavyera'da dünyaya gelen Julius Robert Mayer çok trajik bir hayat yaşamak zorunda kalmışsa da, fikirleri, günü gelince Rudolf Clausius'un, 4. Isı Teorisi'ni yıkmasına yardımcı olacaktı.

Mayer genç bir adamken, birbirine taban tabana zıt iki dünya görüşünün etkisinde kalmıştı. Bir Protestan okulunda okur-

ken kafasına bilimin her şeyi yanıtlamadığı fikri aşılanmıştı. Daha sonra, tıp fakültesine devam ederken, bu kez de *dinin* her şeyi yanıtlamadığı öğretilmişti.

Okul dönemi bittikten sonra Mayer, her iki gelenekten de tam olarak hoşnut değildi, bu aynı zamanda, bu iki geleneğin Mayer'den tam olarak hoşnut olmadığı anlamına da geliyordu. Bu durum özellikle Mayer'in Dünya'nın oluşumuna ilişkin teorisini ortaya attığında çok belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştı; tıpkı kendisi gibi, teorisi de tuhaf -hatta bazılarına göre rezalet- bir bilim ve din karışımıydı.

Mayer'in düşüncesine göre, başlangıçta Evren tek ve ifade edilemeyecek kadar büyük bir kuvvet aracılığıyla var olmuştu. Bu kuvvete Almancada "Sebep" anlamına gelen *Ursache* adını vermişti. Daha sonra *Ursache*, her biri Evren'in belirli alanlarına güç veren elektriksel, kimyasal, ısıl gibi daha küçük, çeşitli *kraft*'lara (kuvvetlere) bölünmüştü.

Mayer, Tanrı'dan bahsetmediği için din adamlarını, *Ursache* gibi doğaüstü bir kavramdan söz ettiği için de bilim adamlarını küstürmüştü. Bu nedenle teorisini Avrupa'nın en saygın bilimsel yayınlarından biri olan *Annalen der Physik und Chemie*'de (Fizik ve Kimya Dergisi) yayınlatma isteğinin reddedilmesi hiç de şaşırtıcı değildi.

Daha sonraları, açıklamalarının geleneklere biraz daha uygun düştüğü zamanlarda bile, acayip biri olmakla edindiği kötü şöhreti, meslektaşlarının Mayer'in çalışmalarıyla ilgili eleştirilerinde önyargılı davranmasına neden olmuştu. Bu durum kendini en belirgin şekilde genç Doktor Mayer'in, Rotterdam'dan Java'daki Surabaya'ya giden bir Hollanda ticaret gemisinde doktor olarak çalışmayı kabul ettiği 1840 yılının kışında göstermişti.

19. yüzyıl doktorlarının çoğunun yaptığı gibi, Mayer de hastalarını kanlarını alarak tedavi ediyordu. Teoriye göre vücudun hastalıktan şişmesine sebep olan şey kan fazlalığıydı. Başlangıçta Mayer, denizcilerden aldığı kanlarda herhangi bir anormallik

fark etmemişti. Ancak, tropik bölgelere doğru yaklaşmaya başladıkça denizcilerin kanlarının renginin de gittikçe kırmızılaştığını tespit edecekti.

Bu ilginç olgunun, yaygın kabul gören kalorik teorisinin ve Lavoisier'nin biyolojik yanma ile ilgili düşüncelerinin doğruluğunu beklenmedik bir şekilde kanıtladığına karar verdi. Hollanda'dayken, soğuk havanın denizcilerin vücutlarını sıcak kalmak için daha fazla ısı üretmeye zorladığını düşündü. Ancak, gittikçe sıcaklaşan hava koşulları altında vücutlarındaki yanma mekanizması hız kesebiliyordu. Bu nedenle, denizcilerin solumayla aldıkları havanın sadece az bir kısmı yakılıp tüketiliyor, kalan havayı emen kanın rengi ise koyu kırmızı bir hal alıyordu.

Başka herhangi biri tarafından ilan edilmiş olsaydı, bu şaşırtıcı keşif, kalorik teorisinin taraftarlarınca büyük bir ilgiyle karşılanırdı. Ancak, yaygın inançlara karşı çıkan bu genç Bavyeralı'dan gelen bu zarif açıklama, yayımlandığında ne yazık ki meslektaşlarınca büyük ölçüde görmezden gelinmişti.

Cesareti kırılmakla birlikte yine de pes etmeyen Mayer, denizcilerin gittikçe kırmızılaşan kanlarıyla ilgili oldukça inanılır açıklamasını, hiç de inanılır bulunmayan *Ursache* teorisinin çerçevesi içine sokmakla, kendine daha da fazla zarar verme yoluna gitti. Bu yeni karışım, çağının düşünce yapısını dehşete düşüren hayali bir dünya görüşü ortaya koyuyordu.

Mayer'e göre, pek çok küçük kuvvete bölünmüş olan tek ve en büyük kuvvet bugün de hâlâ bölünmeye devam ediyordu. Örneğin Güneş'in kuvveti, her ikisi de bitkiler tarafından kimyasal bir kuvvete (gıda) dönüştürülen parlaklık kuvveti (güneş ışığı) ve ısıl kuvvet (güneş ısısı) olmak üzere iki kuvvete ayrılıyordu. Bu kimyasal kuvvet ise daha sonra bitkileri yiyen canlılar tarafından sayısız şekilde başka kuvvetlere bölünmeye devam ediyordu.

Kimyasal kuvvetin bir kısmı canlı varlıkların içindeki yanma odalarında ısıl kuvvete (vücut ısısı) ve bir kısmı ise kaslarda

mekanik kuvvete (vücut hareketi) dönüştürülüyordu. Kimyasal kuvvetin bir kısmı da canlı yaratıkların ses kutuları tarafından akustik kuvvete (ses) ve beyinleri tarafından ise bir elektriksel kuvvete (sinir uyarıları) dönüştürülmekteydi.

Mayer'in vardığı büyük sonuç şuydu: Günümüzdeki bütün ikincil kuvvetlerin -ışık yayan, ısıl, kimyasal ve ismi henüz konmamış diğerleri- şiddeti üst üste eklendiğinde başlangıçta var olan ve bu küçük kuvvetlerin tümünü doğuran *Ursache*'nin şiddetine eşit oluyordu. Bir başka deyişle, her şey durmaksızın değişiyor görünmekle birlikte, Evren'deki *toplam kuvvet miktarı* hayattaki en önemli sabitlerden biriydi; asla değişmemişti ve hiçbir zaman da değişmeyecekti.

Bu tıpkı, sahip olduğu şeylerin sayısı sürekli arttığı halde bir takasçının toplam servetinin değişmediğini söylemek gibi bir şeydi. Böyle bir durum, servetin gittikçe artan sayıda daha ucuz mallara bölünmesi halinde mümkün olabilirdi.

Yıllar içinde, Mayer'in olağanüstü fikirleri Clausius ve diğerlerinin ellerinde, bilim dünyasındaki en saygın teorilerden biri haline dönüşecekti. Ancak yıl 1842'ydi ve genç doktor Mayer doğayla ilgili bu teorisini saygın bir dergi olan *Annalen der Chemie*'de (Kimya Dergisi) yayınlatmayı başarmakla birlikte, geniş çapta ilgi görmesini sağlayamamıştı.

Meslektaşlarının çoğu, yazarının acayip fikirleriyle tanınmış olmasından duydukları kuşku yüzünden teoriyi reddetmişti. İnceleme zahmetine katlanan birkaç kişi ise, ısıl kuvvetin diğer kuvvetlere dönüşmesinden (örneğin Güneş'in ısıl kuvvetinin bitkilerce kimyasal bir kuvvete dönüştürülmesinden) söz ettiği için teoriyi reddetmişti. Kalorik teorisine göre ısı -ister bir kuvvet ya da bir akışkan olarak adlandırılsın, isterse başka bir isimle- dönüştürülemezdi; yani yok edilip, sonra da başka bir şey olarak yeniden ortaya çıkamazdı. Kalorik teorisi yanlıları, ısının *yok edilemez* olduğunu tekrarlayıp duruyordu.

İzleyen yıllarda, Mayer'in umutsuzluğu derinleşmişti. Birçok bilim adamı makalesini bile okumamış olduğundan onu takdir

edemiyor ve hatta onun çalışmasını anımsatan teoriler yayımlamaya başladıklarında dahi, adını pek fazla anmıyorlardı. Örneğin, 1847'de Alman Hermann Ludwig von Helmholtz, *Über die Erhaltung der Kraft* ("Kuvvetin Korunumu Üzerine") adlı bir eser yayımlamıştı. Mükemmel bir çalışma olarak kabul edilen ve Evren'deki bütün doğa kuvvetlerinin toplam şiddetinin asla değişmediği öne sürülen bu eserde, Mayer'in adından bir kez olsun bahsedilmemişti.

Bu arada Mayer, sinir krizinin eşiğine gelmişti ve doktorları onu akıl hastanesine göndermekten söz ediyorlardı. Mayer'in acıları, Alman milliyetçiliğinin şiddetli bir patlaması niteliğindeki 1848 Devrimi sırasında isyancılar tarafından yakalanmasıyla daha da artmıştı. Kısa bir süre sonra serbest bırakılmışsa da, iki yıl sonra acı dolu yaşamı boyunca karşılaştığı bütün o sıkıntı, hayal kırıklığı ve yabancılaşmalar onu nihayet teslim almıştı: Bir gece, gözüne uyku girmeyen bu otuz altı yaşındaki toplumdışı adam yatağından kalktı ve kendini ikinci kattaki dairesinin penceresinden boşluğa bıraktı.

Ancak kendini öldürmeyi de başaramayan Mayer bir kez daha hayal kırıklığıyla tanıştı; hâlâ yaşıyordu, ama niye? Meslektaşları hâlâ yaşamın *kaynağını* anlamaya çalışırken, artık o sadece yaşamın *anlamını* bulmayı arzuluyordu. Acıları hiç dinmediği için kadere lanet okuyan Mayer bu arada, hoşnutsuzluğunun bu en trajik yılında, sonunda ısının özüne inmeyi başaracak genç bir Prusyalı fizikçi tarafından fikirlerinin doğrulanmak üzere olduğunun farkına bile varamamıştı.

Vici

Rudolf Julius Emmanuel Clausius, 1848'de Berlin'de, birçok farklı yaşamı bir arada sürdürüyordu. İnsanlara açık yürekli ve dostça davrandığı için çok sevilen bir lise öğretmeniydi. Yüksek lisansı bitirmiş ve doktorasına birkaç ay kalmış dalgın ve duyarlı bir öğrenciydi. Ayrıca, kendisinden küçük dört kardeşine bakan sevgi ve şefkat dolu bir anneydi.

Tek eksiği bir eşti. Arkadaşları ve komşuları sürekli olarak iyi bir koca olacağını hatırlatıp dursalar da, yirmi altı yaşındaki Clausius, istemesine rağmen, kendi ailesini kurmak için yeterli para ve zamana sahip olmadığını söyleyerek itiraz ediyordu.

Şimdilik Clausius çalışmalarıyla evliydi. Gerçekten de aklındaki tek şey, tezini tamamlamak ve şu ya da bu biçimde ısıyla ilgisi olan ve doğru dürüst bir maaş alabileceği bir iş bulmaktı. Kısa bir süre önce kalorik teorisi tartışma masasına yatırılmıştı ve genç Clausius bu konudaki heyecan verici tartışmalara katılmak için can atıyordu.

Tartışmanın büyük bir bölümü, amatör bir bilim adamı olan James Joule'ün çalışması üzerinde odaklanıyordu. Varlıklı bir bira üreticisinin oğlu olan ve çocukluk dönemi İngiltere'de, Manchester'da geçen Joule, İngiliz bilim adamı Michael Faraday'ın elektrik ve manyetizmayla ilgili olağanüstü keşfi karşısında adeta büyülenmişti.

Kısa bir süre önce, Joule'ün kendisi de olağanüstü bir keşifte bulunmuştu. Bildiğimiz elektrik içinden aktığı teli daima ısıtıyor ve bu süreç boyunca gücünün bir kısmını yitiriyordu. Yüzyıl sonra insanlar, başta tost makineleri, televizyonlar ve ampuller olmak üzere, evlerindeki elektrikli aletlerin ısınmasını doğal karşılayacaklardı. Ancak Clausius'un yaşadığı dönemde Joule'ün bu keşfinin ne işe yarayacağını kimse tam olarak bilmiyordu.

Hatırı sayılır bir İrlandalı bilim adamı olan William Thomson, Joule'ün olağan sürtünmenin olağanüstü bir örneğinden (elektrik tel boyunca sürtünerek yol alıyor ve gücünün bir kısmı ısıya dönüşüyordu) daha farklı bir şey gözlemlemediği düşüncesini ortaya attı. Thomson, bu dönüşümün uzun bir zaman önce kalorik teorisi tarafından açıklandığını ve çok iyi bilinen bir olgu olduğunu hatırlatıyordu.

Fikirlerini cesurca kamuoyuna açıklamasına rağmen Thomson, herkesin göklere çıkardığı kalorik teorisinden gizliden gizliye ciddi biçimde şüphe etmeye başlamıştı. Ancak, bunu itiraf

etmenin getirebileceği sonuçlardan ürküyor ve, "Bilim adamları ısının yok edilemez olduğuna olan inançlarını yitirirlerse, pek çok başka zorlukla karşı karşıya kalırız ve temelinden başlayarak ısı teorisini bütünüyle yeni baştan oluşturmamız gerekir." diyordu.

Kalorik akışkan kavramına sıkı sıkıya dayanan Carnot İlkesi de dahil, kalorik teorisi terk edilemeyecek kadar çok kullanılıyordu. Bilim adamları ve buharlı makineleri tasarlayanlar Carnot İlkesi'ne çok değer veriyorlardı; dolayısıyla Joule'ün keşfinin bunu gölgede bıraktığını görmek Thomson'ın en son istediği şeydi. Bu nedenle, 1849 yılında yayımlanan bir makalede İrlandalı Thomson ısrarla şunu söyleyecekti: "Bundan sonra, Carnot'un temel ilkesini doğruluğu tam olarak kanıtlanmış gibi değerlendireceğim."

1848'deki "olay"dan itibaren 4. Isı Teorisi'yle ilgili tartışmalar politik bir hale bürünerek, Clausius'u daha da fazla çekmeye başlamıştı. O yıl, mağdur durumdaki Mayer, Joule'e bir mektup yazmış ve onu kalorik teorisiyle ilgili yanlışlığı bulmuş olmanın bütün onurunu elinden almakla açıkça suçlamıştı. Çok kısa bir süre sonra bu öfke dolu özel mektup, İngiliz ve Alman bilim adamları arasında topyekûn bir çatışmanın kapılarını aralayacaktı.

Clausius'un kendisi de kalorik teorisiyle ilgili bir karara varmış değildi, ancak çok geçmeden İngiliz bira üreticisinin oğluna karşı cephe alan Alman meslektaşının safında yer alacaktı. İlerki yıllarda Clausius'un da iddia edeceği üzere, Mayer kalorik teorisini yıkan fikirlerini Joule'den *önce* yayımlamıştı ve bilimde öncelik sıralarını belirleyen asıl unsur fikirlerin yayım tarihleriydi.

Clausius bazı konularda kılı kırk yaran, titiz ve kurallara sıkı sıkıya bağlı bir bilim adamı gibi davranırken, diğer bazı konularda ise Alman birliğinin yeniden kurulması davasına körü körüne inanan katıksız bir Prusyalı gibi hareket ediyordu.

On iki yüzyıl önce Franklar, Germen topraklarını bir imparatorluk halinde birleştirmişlerdi. Ancak kurdukları bu mü-

kemimel imparatorluk, Reform hareketiyle zayıflayıp nihayet 19. yüzyılın başında Fransızlar tarafından yenilgiye uğratılan kutsal Roma-Germen İmparatorluğu'nun egemenliği altına girmişti.

Şimdi Alman halkı, bir zamanların güçlü imparatorluğunun paramparça yansıması olan küçük devletçiklerden oluşan gevşek bir konfederasyon şeklinde varlığını sürdürmekteydi. Daha da kötüsü, Alman krallıklarının en görkemlisi olan Prusya'nın, güç ve büyüklük açısından bir Fransız derebeyliğinden pek de farklı olmamasıydı.

1848 Devrimi, dikkatleri Alman halkının birlik özlemine çekebilmeyi başarmıştı başarmasına ama, bundan daha fazlasını yapamayacağını gösteren bazı belirtiler de yok değildi. Frankfurt'ta bir parlamento oluşturulmuş, ancak Prusya kralı IV. Frederick William, parlamentonun kendisine bir imparatorluk tacı teklif etme hakkını reddetmişti.

Alman halkının üzücü durumundan etkilenen Clausius, dünya çapındaki bilim adamlarının arasına girmek üzere olduğunu düşünerek kendini avutuyordu. Joule ile Mayer arasındaki çekişmenin de gösterdiği gibi, bilim adamları arasında da tam bir birlik yoktu; ama en azından birbirleriyle yaptıkları savaşlarda kılıç ve tüfek yerine, sözcük ve sayıları kullanıyorlardı.

1848 yılının baharında, genç Clausius doktora payesiyle ödüllendirildi. Maddi zorunluluklar nedeniyle lise öğretmenliği görevini sürdürse de, kısa bir süre içinde genç bir kadınla evlenip çocuk sahibi olabilme umudunu yitirmiyordu.

Son zamanlarda kendini ısı konusunda okuduğu her şeyi uzun uzadıya düşünmeye vermişti. Uzun bir süreden sonra, nihayet diğer insanların teorilerini öğrenmişti ve artık olayların dışında kalmayacaktı.

Yeni vaftiz edilmiş bir bilim adamı olan Clausius, kendine ait bir teori oluşturmak istiyordu ama nereden başlamalıydı? Jeoloji derslerinde Clausius, bilimle dinin her zaman çok iyi bir uyum sergilemediğini öğrenmişti. Kalorik teorisinin, ne yazık ki

bilimden daha çok, inançlarını yitirmemek için büyük bir çaba sarfeden William Thomson gibi şüpheci müritleri olan bir dine benzediğini düşünmeye başlamıştı. Ona göre bilim adamları inançlarını değil, gerçekleri esas almalıydı.

Clausius, Joule'ün titiz deneylerinde ve Mayer'in alışılmadık yaklaşımlarında, ısıyla ilgili tümüyle yeni bir düşüncenin sırasıyla *olguya* ve *felsefeye* dayalı temellerini görmüştü. Bu ikisinin sadece matematiğin dokuma tezgâhında birlikte dokunması gerekiyordu. Genç bilim adamı bunun gerçekleşmesinin uzun sürmeyeceğini düşünüyordu ama yanılıyordu: Sonuçta, hayatının bu ilk ve en iyi zekâ ürünü dokumasını tamamlaması tam *on sekiz* yılını alacaktı.

Bu anıtsal girişimine 1850 yılında, kendisi de başlığı gibi uzun olan "Isının Harekete Geçirici Gücü ve Isı Teorisi İçin Bundan Çıkarılabilecek Yasalar" adlı makalesini yayımlayarak başlamıştı. Clausius, ısının ve işin, *enerji* olarak adlandırılan (bu ad şüpheci Thomson'ın önerisiydi) tek bir olgunun iki türünden başka bir şey olmadığını ileri sürüyordu. Bir başka deyişle, ısı ve iş temelde aynı şeydi; öyle ki, Evren'in toplam enerjisinde bir değişiklik olmaksızın bir birim ısı bir birimlik işle değiştirilebilirdi.

Clausius sanki taşlarla insanların madde olarak adlandırılan tek bir olgunun iki türü olduğunu söylemek ister gibiydi. Bu düşünce tarzına göre, taşlar ve insanlar temelde aynıydı, öyle ki Evren'in toplam ağırlığını değiştirmeksizin bir kiloluk bir taş bir kiloluk bir etle değiştirilebilirdi.

Clausius bununla yetinmedi. Tıpkı maddenin deri, tahta, metal, vs. gibi pek çok türünün var olması gibi, enerji olarak adlandırılan bu geniş kapsamlı olgunun da pek çok türü bulunuyordu. Isı (ısıl enerji) ve iş (mekanik enerji) dışında güneş enerjisi, elektrik enerjisi, akustik enerji bunlardan sadece birkaçını oluşturuyordu.

Clausius'a göre, Joule'ün gizemli deneyinde elektrik enerjisi ısıl enerjiye dönüşüyordu: Yani tel ısındıkça, üzerinden

akan elektrik de yavaşlıyordu. Daha genel bir deyişle, *herhangi bir* enerji türünün bir birimi, *başka* herhangi bir enerjinin bir birimine -Evren'in toplam enerjisini etkilemeksizin- dönüşebiliyordu.

Enerjinin yaratılamayacağını veya yok edilemeyeceğini, sadece bir türden diğerine dönüştürülebileceğini öne süren bu yeni yaklaşıma *Enerjinin Korunumu Yasası* adı verildi. Clausius, Evren'in toplam enerjisinin yaşamın gerçek bir sabiti olduğu sonucuna vardı; gerçekten de, değişen tek şey, farklı türlerden enerjilerin *karışımıydı*.

Matematiğin şifreli dili kullanılarak Clausius'un dâhiyane buluşu, konuşma dilinde olduğundan çok daha az yer kaplayacak şekilde özetlenebiliyordu. Evren'in toplam enerjisi için E_{evren} , "bir şeydeki net değişme" için ise Δ simgesini kullanırsak, Enerjinin Korunumu Yasası matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebiliyordu:

$$\Delta E_{evren} = 0$$

Yani, Evren'in toplam enerjisindeki net değişme, Evren'in toplam enerjisinin daima sabit olması nedeniyle, her zaman sıfırdır.

Clausius'un düşüncesi kalorik teorisinin sonunun geldiğinin habercisiydi, çünkü yok edilemez olgunun ısı değil, *enerji* olduğunu öne sürüyordu. Benzeri görülmemiş bu düşünce 5. Isı Teorisi'ne giden yolu açacaktı: "Isı, pek çok enerji türünden sadece birisidir ve bu enerji türlerinin hepsi Evren'in toplam enerjisini herhangi bir şekilde etkilemeksizin, herhangi bir anda birbirine dönüşebilir."

Çok sevdikleri kalorik teorisinin yerini almaya aday bu teoriden rahatsızlık duymakla birlikte, William Thomson ve diğer bilim adamlarının yine de bir konuda içleri rahattı. Bu yeni teori kabul edilse bile, Carnot'nun değerli kuralının ortadan kalkmasına yol açmayacak, sadece yeni bir yorumunu sunacaktı.

Genç Clausius'a göre Carnot İlkesi, bir makinenin ideal gücünün sadece ve sadece kazanı ile soğutucusu arasındaki sıcaklık farkına bağlı olduğunu söylemekte haklıydı. Ancak Carnot'nun, ısı makinelerini değirmen çarkıyla karşılaştırması doğru *değildi*.

Carnot, tıpkı bir değirmen çarkını döndüren su gibi, bir buharlı makineyi çalıştıran kalorik akışkanın da, kazandan silindirlerin içine, sonra dışına ve oradan da soğutucuya akarak bu süreci tamamladığını düşünmüştü: Kalorik akışkan soğutucuda tekrar su tarafından emiliyor ve kazana geri dönüyordu. Bir başka deyişle, bu acayip benzetmeye göre, kalorik akışkan kendisinden güç alınma sürecinde gerçekte hiç *tüketilmiyor*, sadece tekrar tekrar emilip salınıyordu.

Clausius'un yeni ısı teorisine göreyse -ki özünde Enerjinin Korunumu Yasası yatıyordu- kazandan gelen ısı enerjisi mekanik enerjiye *dönüşüyordu*. Clausius bunu şu sözlerle açıklıyordu: "Isıdan yararlanılarak iş üretilen bütün durumlarda, yapılan işle doğru orantılı bir miktarda ısı tüketilir."

Bu nedenle, soğutucuya kadar ulaşan kazan ısısı, aradaki pistonlar tarafından işe dönüştürülmekten kurtulmayı başarmış olan -yani makinenin çeperlerinden sızan ve hiçbir işlevi olmaksızın etraftaki havaya verilen- ısıydı. Clausius bunu, *boşa harcanan*, tıpkı değirmen çarkını etkilemeden akıp giden su gibi, herhangi bir iş üretmeyen ısı olarak açıklıyordu.

Clausius aynı savurganlığı, yel değirmenlerinden insan vücuduna kadar gerçek yaşamdaki *tüm* makinelerde de gözlemlemişti. Sözgelimi, bir yel değirmenini döndüren toplam rüzgâr enerjisinin sadece bir bölümü, su pompalamak ve buğday öğütmek için kullanılan mekanik enerjiye verimli olarak dönüşebiliyordu. Enerjinin geri kalan bölümü ise, yel değirmeninin havaya sürtünen kanatları veya yatağına sürtünen mili tarafından ısı enerjisine dönüştürülüyor ve bu da yararsız bir şekilde havaya veriliyordu.

Benzer şekilde, insan vücuduna güç veren toplam kimyasal enerjinin de (gıdanın da) sadece *belirli bir kısmı*, merdiven çık-

mak ya da ağır cisimleri kaldırmak için kullanabileceğimiz mekanik enerjiye yararlı bir şekilde dönüşüyordu; enerjinin geri kalan kısmı ise, kaçınılmaz olarak, vücudun mükemmel olmayan sindirim sistemi ve diğer sistemleri tarafından dışarı atılan yan ürünlere dönüşüyordu.

Yakıtının yüzde yüzünü yararlı bir işe dönüştürerek kusursuz çalışan bir makine yok gibi görünüyordu. Sürtünme ortadan kaldırılamadığı ve tam bir ısıl yalıtım sağlanamadığı sürece Carnot haklıydı: Gerçek dünyadaki makineler daima ideal, teorik güçlerinin çok altında çalışmaya mahkûmdu.

Clausius, özlerindeki savurganlıklarına rağmen makinelerin yine de her zaman Enerjinin Korunumu Yasası'na uygun davrandığını vurguluyordu. Sözgelimi, herhangi bir buharlı makinede, sıcak kazanın içine giren toplam ısı enerjisi, pistonlar tarafından üretilen iş (mekanik enerji) ile boşa giden ısının (ısı enerjisinin) toplamına eşitti.

Aynı durum yel değirmenleri ve insanlar için de geçerliydi: Toplam girdi daima yararlı *ve* yararsız çıktıların toplamına eşit oluyordu. Kısacası, Evren'deki bütün makine türlerinde meydana gelen sayısız enerji değişikliklerinin tümünün çetelesi tutulduğunda, Evren'in toplam enerjisinde asla en ufak bir değişiklik olmuyordu.

Isıyla ilgili çalışmaların yönünü değiştiren köklü bir teori oluşturmasında Clausius'un gençliğinin verdiği hayal gücünün payı yadsınamazdı. Yine de, teorinin fiziksel savları öylesine kesin, matematiği de o denli ikna ediciydi ki, bilim adamları teorinin büyüsüne kapılmadan edemediler.

Dolayısıyla, kısa bir süre içinde, Rudolf Julius Emmanuel Clausius, Avrupa'nın her yerinde övgüyle anılan biri haline geldi. Çalışmaları genç bilim adamına esin kaynağı olan Joule ve Mayer de övgüyle anılmaya başlandı. Bu, her üç bilim adamı için de bir dönüm noktası olmuştu; özellikle de, izleyen yıllarda dünyaca ünlü Fransız Bilimler Akademisi üyeliğine seçilerek, ömrü boyunca sürdürdüğü başarılı çalışmaları dolayısıy-

la akademinin saygın *Prix Poncelet* ödülüne layık görülecek olan Mayer için. Mayer altmış dört yaşında öldüğünde, acı içinde geçirdiği gençlik döneminde umutsuzca aradığı saygınlığa sonunda kavuşmuş olmanın huzurunu taşıyordu.

Bu arada, yirmi yedi yaşındaki Clausius'a da Berlin'de saygın bir okul olan Kraliyet Topçuluk ve İstihkâm Okulu'nda fizik öğretmenliği yapması teklif edilmişti. 1850 sonbaharında yeni görevine başlayan Clausius davranışlarıyla herkesi o denli etkilemişti ki, aralık ayına gelindiğinde Berlin Üniversitesi'ne *privatdozent* (özel öğretmen) olarak atanmıştı. Derslerine devam eden öğrencilerinden küçük bir katılım ücreti alma imkânı veren bu yeni işi sayesinde, evlenip bir yuva kurabilmesi için yeterli paraya sahip olabileceği yönündeki umutları iyice yeşerecekti.

Dahası, inatçı William Thomson da nihayet 1851'de kalorik teorisiyle ilgili inancından geri adım atmaya ve 5. Isı Teorisi'ni desteklemeye karar vermişti. Thomson şu sözleriyle Joule'ü hak ettiği şekilde takdir ediyordu: "Manchesterlı Bay Joule, ısının bir madde olmadığı gerçeğinden çıkan sonuçları çok açık bir biçimde ifade etmektedir." Hatta, "Isı ve mekanik etkinin birbirine dönüşebilirliğiyle ilgili bazı doğru yaklaşımlar var." diyerek 1852 tarihli makalesinde Mayer'e de şapka çıkarmaktan geri kalmayacaktı.

Thomson ayrıca, "Matematiksel uslamlamayla çok önemli bazı sonuçlara erişmiştir." dediği genç Clausius'a da fazlasıyla hak ettiği takdiri gösteriyordu. Ancak Büyük Britanyalı Thomson, gerçekleri görmesinde genç Prusyalı'nın bir payı bulunmadığını söyleyerek şöyle devam ediyordu: "Şunu ekleyebilirim ki, bu [yani Carnot İlkesi'nin yeni yorumu], Clausius'un ortaya attığı önermeden çok önce aklıma gelmişti."

Clausius, Thomson'un her iki yöne de çekilebilecek bu sözlerinde, ısıyla ilgili bilimsel çalışmalara gölge düşürmeye devam eden uluslararası rekabetin izlerini sezinliyordu. Ancak böyle basit tartışmaların dışında kalmayı yeğleyen Clausius, iz-

leyen yıllarda kendi işine bakmaya ve harıl harıl çalışmaya devam etti: Çok geçmeden bu doğru kararının karşılığını alacaktı.

Clausius'a daha otuz iki yaşındayken Zürih'te yeni kurulan saygın Politeknik Okulu'nda öğretim üyeliği teklif edilmişti. Memleketinden ayrı düşmek tanınmış genç bilim adamını hüzünlendirmişse de, yeni görevinden hem iyi para kazanıyor hem de dünyanın en iyi beyinleriyle birlikte araştırma yapma şansına sahip olduğu için heyecan duyuyordu. Dahası, küçük kardeşleri artık kendilerine bakacak kadar büyümüştü.

Zürih'e gelişinden sonra geçen birkaç yıl içinde bir miktar para biriktiren genç bekar, hayatının aşkını Adelheid Rimpau adlı genç bir kadında bulmuştu. Zürih'te yaşıyor olsa da, Braunschweig'de doğup büyüyen Rimpau daha çok bir Alman sayılırdı; bu, Clausius'u sevindiren bir unsurdu.

13 Kasım 1859 yılında, Clausius ile Rimpau evlendi. Yaklaşık bir yıl boyunca Zürih'in banliyölerinden biri olan Riesenbach'da yaşadılar. Clausius hayatında hiç bu kadar mutlu olmamıştı. Güzel karısı sadece sadık ve müziğe karşı yetenekli olmakla kalmayıp, çok çocuk sahibi olma konusunda Clausius'un arzusunu da paylaşıyordu -Adelheid'ın kendisi de çok çocuklu bir aileden geliyordu.

1861 yılında Adelheid'ın sevimli ve sağlıklı bir kız bebek dünyaya getirmesiyle ikisi de sevinçten havalara uçmuştu. Bundan kısa bir süre sonra da, Zürih'in merkezinden birkaç kilometre uzaklıktaki daha büyük bir eve taşındılar. Burası, Clausius'un sözleriyle, "Havası temiz harika göl ve dağ manzarası olan bir yerdi."

Clausius şimdi dünyanın tepesindeydi ve oradan da daha önceki fikirlerinin bütün etkilerini görebiliyordu. Zürih civarındaki Alp Dağları'nı çevreleyen serin, temiz havanın tersine, vardığı sonuçlar hiç de rahatlatıcı olmayacak, daha çok huzursuzluk yaratacaktı.

Alışılmadık akıl yürütmeler zincirine, ısının tersine çevrilebilir olmayan davranışıyla ilgili bilinen iki örneği tekrar ele alarak

başlamıştı. Bunlardan ilki, ısının doğası gereği asla soğuktan sıcağa doğru değil, sıcaktan soğuğa doğru akmasıydı. İkincisi ise, sürtünmenin mekanik hareketi ısıya dönüştürmesiydi. Isının benzer şekilde mekanik enerjiye dönüştüğü doğal bir süreç doğada yok gibi görünüyordu.

Clausius, ısının bu tek yanlı davranışının özünde iki farklı değişimi yansıttığını gözlemlemişti. Bunlardan biri, bir *sıcaklık* değişimini (sıcaktan soğuğa akan ısı enerjisi), diğeri ise bir *enerji* değişimini (sürtünme yoluyla ısı enerjisine dönüşen mekanik enerji) temsil ediyordu.

Clausius enerji değişiminin sıcaklık değişiminden farklı bir şey olup olmadığını merak ediyordu. Bu ona, yıllar önce buharlı makineleri incelerken sorduğu şu soruyu anımsatmıştı: "Isıdaki artış miktarı temelde işteki artış miktarından farklı mıdır?" Bir zamanlar bu soruya cesurca, her ikisi de aynı şeyin iki farklı türü -yani *enerjideki* artışlar- olduğu için, farklı olmadıklarını söyleyerek yanıt verdiğini anımsadı; bu düşüncesi onu, Enerjinin Korunumu Yasası'na götürmüştü.

Bu benzerliği aklında tutan Clausius, yine bunun kadar geniş kapsamlı bir önermede bulunmaya karar vermişti: Enerji değişiklikleri ve sıcaklık değişiklikleri -ısının tersine çevrilebilir olmayan davranışlarında meydana gelen değişikliklerde olduğu gibi- aynı şeyin -yani *entropi*'deki değişikliklerin- farklı iki türünden başka bir şey değildi. Clausius, bu yeni terim için şunları söylüyordu; "*Entropi* sözcüğünü mümkün olduğu kadar *enerji* sözcüğüne benzeyecek şekilde bilinçli olarak seçtim. Çünkü, bu iki büyüklüğün fiziksel anlamı o kadar yakın ki, isimlendirmede de belirli bir benzerliğin bulunması gerekli gibi görünüyor."

Clausius yıllar önce, güneş enerjisinin, temelde elektrik enerjisi veya akustik enerji ya da başka herhangi bir tür enerjiyle aynı özden yapılmış olduğunu göstermişti. Kaynakları, görünümleri ve davranışları farklı da olsa, bütün enerji türleri örtük bir biçimde tek ve aynı şeyden ibaretti.

Bu nedenle, bütün bu enerji türlerini ölçmek için ortak bir cetvel kullanılabilirdi. Dolayısıyla, ister güneş ister elektrik isterse de akustik olsun, her türden enerji, örneğin kalori adı verilen ortak bir birimle ölçülebilirdi: Bu tıpkı, kütlesi olan her tür cismin -çubuk, taş veya insan- kilogram ya da başka bir ortak ağırlık birimiyle ağırlığının ölçülebilmesi gibiydi.

Şimdi ise Clausius, enerjiden çok daha büyük ve kapsamlı bir olgunun varlığından söz ediyordu. Entropinin sadece bütün enerji türlerini değil aynı zamanda sıcaklığı da -daima bildiğimiz termometreden okunan değerlerle tanımlanan sıcaklığı dakapsadığını düşünüyordu.

Bu, geniş bir ülke olan Amerika Birleşik Devletleri'nin çok daha geniş bir kıtanın sadece bir parçası olduğunu ilk keşfeden kişinin Clausius olması gibi bir şeydi. Entropi, bilimsel düşüncenin yeni ve gizemli bir sınırını -enerji ve sıcaklığın engin topraklarının yanı sıra kimbilir belki başka bölgeleri de içine alan bir sınırı- simgeliyordu ve genç Prusyalı öncü ise bunu keşfetmek için can atıyordu.

Clausius, özellikleri ve davranışları farklı olmasına rağmen enerji ve sıcaklık değişikliklerinin ortak bir cetvelle ölçülebileceğini ileri sürüyordu. Yani, farklı enerji türlerinde olduğu gibi, farklı entropi türleri de üst üste eklenebilir ve çıkarılabilirdi.

Bu gözü pek kaşif'in aklına üşüşen bir yığın sorudan bir tanesi de şuydu: Evren'de meydana gelen tüm entropi değişikliklerinin toplamı tam olarak neydi? Bu büyük toplamın değeri değişiyor muydu, yoksa sabit miydi? Bir başka deyişle, Enerjinin Korunumu Yasası gibi *Entropinin* Korunumu Yasası diye bir yasa var mıydı? Eğer böyle bir şey varsa, diye düşündü Clausius, bu iki yasa ne kadar da güzel bir çift oluştururdu.

Peki ama, böylesine kozmik büyüklükte bir hesaplamayı yapmaya nasıl başlayacaktı? Evren'in toplam entropisinin değerini nasıl belirleyecekti? Bu, herhangi bir anda Evren'de meydana gelen bütün enerji ve sıcaklık değişimlerinin bir hesabını tutmasını gerektirecekti!

Yılmak nedir bilmeyen genç Clausius, işe girişmek için önce basit bir muhasebe sistemi oluşturmaya karar verdi: Bütün *doğal* değişiklikler -yani, herhangi bir zorlama olmaksızın doğada kendiliğinden oluşan bütün enerji ve sıcaklık değişiklikleri- entropideki *pozitif* değişiklikler olarak kabul edilecekti. Sözgelimi, sıcak bir evden, nispeten daha serin olan dışarıya bir ısı kaçışının olduğu veya sıcak bir fincan kahvenin yavaş yavaş soğuduğu -ki bunlar ısının doğasına uygundur- bütün durumlarda Clausius orada entropinin *arttığını* söyleyecekti.

Bunun tersine, bütün *doğal olmayan* değişiklikler -yani bir tür makine ile doğada zorla meydana getirilen enerji ve sıcaklık değişiklikleri- ise entropideki *negatif* değişiklikler olarak sayılacaktı. Örneğin, buharlı bir makinenin ısıyı işe dönüştürdüğü veya bir buzdolabının ısıyı soğuktan sıcağa doğru akmaya zorladığı bütün durumlarda, Clausius orada entropinin *azaldığını* söyleyecekti.

Bu defter tutma yöntemiyle genç adamın şimdi sadece her şeyi üst üste koyup toplaması gerekiyordu. Ama bunu nasıl yapacaktı? Yıllar önce, enerjinin korunumu düşüncesini sınamak için, buharlı makinelerde meydana gelen enerji değişikliklerini topladığını anımsadı. Şimdi de meraktan aynı şeyi entropi için yapacaktı.

Clausius ilk olarak, ideal makinelerle ilgili hesaplarında sevindirici bir özellik bulmuştu. Hesaplamalarına göre, pozitif entropi değişikliğiyle tamamen aynı miktarda negatif entropi değişikliği vardı: Yani, Evren'in entropisinde net bir değişiklik yoktu!

Clausius'un keyfine diyecek yoktu: Bu, gerçekten de ilkine denk ikinci bir yasanın, bir Entropinin Korunumu Yasası'nın bulunduğunu gösteren ilk kanıt parçasıydı! Ancak hesaplamalarına devam eden Clausius'un bu büyük keyfi yerini acı bir gerçeğe bırakacaktı.

Gerçek yaşamdaki bütün buharlı makineler için (Carnot İlkesi'nin öngördüğü ideal verimi sağlamaktan çok uzaklardı)

Clausius'un hesaplamaları tümüyle farklı bir şeyi ortaya koyuyordu. Bu tür makinelerdeki *doğal* değişiklikler (sıcak kazandan soğutucuya boşa akan ısı ve sürtünme yoluyla yine boşu boşuna ısıya dönüşen iş) *doğal olmayan* tek değişiklikten (pistonlar tarafından işe dönüştürülen ısı) daima *büyük* çıkıyordu.

Clausius'un basit muhasebe sisteminin diliyle konuşulursa bu, bir buharlı makinede entropideki pozitif değişikliklerin daima negatif değişikliklerden fazla olduğu anlamına geliyordu. Yani, bu tür bir makinenin çalışması daima Evren'in entropisinde net bir *artışa* neden oluyordu.

Olayların kötü yönde gidişi bununla bitmiyordu: Şaşkınlık içindeki Clausius, bu sonuçların yel değirmenleri ve insanlar da dahil, akla gelebilen her türlü gerçek makine için geçerli olduğunu fark edecekti. Bu ise, entropi ile ilgili buluşunun evrensel olduğunu gösteriyordu. Evren'in tüm gerçek makinelerinde meydana gelen tüm pozitif ve negatif entropi değişiklikleri toplandığında entropinin her zaman *arttığı* görülüyordu.

Matematiğin özlü dilini kullanan Clausius Evren'in toplam entropisini simgelemek için S_{evren} ; "bir şeydeki net değişikliği" göstermek için Δ ve "daima büyüktür" için de ">" simgesini seçti. Böylece, vardığı çarpıcı sonuç ifadesini aşağıdaki denklemde buldu:

$$\Delta S_{evren} > 0$$

Yani, "Evren'in toplam entropisindeki net değişiklik her zaman sıfırdan büyüktür." Herhangi bir anda, Evren'in entropisi bir önceki ana göre her zaman daha fazla oluyordu ve pozitif entropi değişiklikleri de daima negatif entropi değişikliklerini aşıyordu.

Clausius derin düşüncelere daldı: Bir an için Entropinin Korunumu Yasası'nı bulduğunu sanmıştı. Oysa bu yasa sadece, kusursuz bir evren, yani *ideal* makinelerle -devridaim makineleriyle- dolu, yaşlanmayan ve sonsuza dek süren şeylerin oldu-

ğu bir evren için geçerliydi. Bu hayali ideal evrende entropi tıpkı enerji gibi sabitti.

Ne yazık ki, Clausius yaşadığımız Evren'in böyle olmadığını üzülerek de olsa görmüştü. Bizim Evrenimiz *kusursuz olmayan* makinelerle -gerek vücudumuzdaki hücreler gibi canlı ve küçük, gerekse uzayda girdap gibi dönen galaksiler gibi cansız ve büyük olsun- dolu bir Evren'di. Bizim Evrenimiz, enerjinin korunduğu, ancak tam bir verimlilikle kullanılamadığı bir Evren'di ve dahası, en gizemli yasalardan biri olan Entropinin *Korunmaması* Yasası ile haksız bir şekilde yönetiliyordu.

Yine de, Clausius tümüyle düş kırıklığına uğramış değildi: Bulduğu iki yasa birbirine uygun düşmese bile, entropinin tek yanlı davranışını gösteren yasanın aynı zamanda uzun zamandır araştırılan ısının tek yanlı davranışını da açıkladığını keşfetmekten dolayı mutluluk duyuyordu. Gerçekten de, Clausius'un yeni yasası, Evren'de her şeyin neden yaşlanıp sonunda öldüğünü açıklayan ilk bilimsel yasaydı!

Bu olağanüstü entropi yasasına göre Evren bir kumarhane gibiydi. Entropi paraya, makineler de kumarbazlara benziyordu.

Clausius'un Entropinin Korunmaması Yasası kumarhanedeki pozitif para değişikliklerinin daima negatif para değişikliklerinden daha fazla olduğunu söylüyordu. Bir başka deyişle, kumarhanenin kazandıkları kaybettiklerinden her zaman fazlaydı; yani, daima kâr ediyordu. Ayakta kalabilmesinin nedeni buydu. Bir kumarhane, kumarbazlar zarar ettiği sürece kazanabilirdi. Kumarbazlar her şeylerini kaybettiklerinde, yani pozitif para değişimi bittiğinde, kumarhane sonsuza dek kapanacaktı.

Benzer şekilde, Clausius'un Entropinin Korunmaması Yasası'na göre Evren de tıpkı bir kumarhane gibi, insan denen makine de dahil olmak üzere makinelerinin yok olması pahasına varlığını sürdürebilirdi. Evren, kâr etmeye devam ettiği ve pozitif entropi değişiklikleri negatif entropi değişikliklerinden büyük olduğu sürece, ayakta kalmaya devam edecekti. Makinele-

ri her şeylerini yitirdikleri gün -pozitif entropi değişikliklerinin sona erdiği gün- Evren sonsuza dek yok olacaktı.

Bu duruma bir başka açıdan da bakılabilirdi. Clausius'un hesaplama yöntemine göre pozitif entropi değişiklikleri, ısının sıcak bir ortamdan soğuk bir ortama akması ya da sürtünmenin işi ısıya dönüştürmesi gibi *doğal* değişimlere karşılık geliyordu. Bu nedenle bu yasa, Evren'in bütün doğal değişimleri sona erdiği zaman -yani, doğası gereği geri döndürülemez olan olgularının kendilerini tümüyle tüketmeleri halinde- Evren'in sonsuza dek yok olacağını söylemekle aynı şeydi.

Peki bu ne zaman gerçekleşecekti? Evren'deki makinelerin sayısı o kadar fazla ve Evren'in kendisi de o kadar büyüktü ki, ne Clausius ne de bir başkası Evren'in ne zaman yok olacağını hesaplayabiliyordu. Yine de Clausius, Evren'in son anlarında neye benzeyebileceğini hayal edebiliyordu.

Isı enerjisi sıcaktan soğuğa doğru aktıkça, sıcak bölgeler biraz soğuyacak, soğuk bölgeler ise biraz ısınacaktı. Dolayısıyla, en sonunda hiç sıcak ve soğuk bölge kalmayacaktı: Evren'in her yerine aynı ılıklık hâkim olacaktı.

Sıcak ve soğuk bölgeler olmadığı için, ısı akışı ortadan kalkacaktı. Carnot İlkesine göre bu, makinelerin çalışmaması demekti; makineler artık ısıyı yararlı işe çevirmeyecekti.

Bu arada, sürtünme kalan işi ısıya çevirecekti. Bu ısı, ölmekte olan Evren'in her yerde aynı seviyedeki ılıklığıyla eşitlenene kadar, sıcaktan soğuğa doğru akmaya devam edecekti.

Clausius'un Entropinin Korunmaması Yasası, trilyonlarca makinenin sesinin sonsuza dek susacağı bir ana doğru hızla giden bir Evren tablosu sunuyordu. Bu, ölüm haykırışlarının kaçınılmaz olarak ebedi bir sessizliğe dönüştüğü bir Evren portresiydi.

Bir başka ifadeyle Clausius'un yeni yasası, sonu gelmek üzere olsa da, daha sakin bir varoluş evresine doğru adım adım ilerleme sürecinde oldukça gergin bir Evren tablosu çiziyordu. Bilimin en büyük gizemlerinden birisinin yanıtı işte buradaydı:

Isının tersine çevrilebilir olmayan davranışı -genelde de, yaşamın tersine çevrilebilir olmayan doğası- Evren'in henüz ebedi uykusuna ulaşmadığının bir göstergesiydi.

Evren'deki bütün sıcak noktalardan -yıldızlardan, gezegenlerin çekirdeklerinden, yaşayan canlılardan- ısı akışı sürdükçe, Evren'in makineleri bu ısı akışını işe dönüştürmeye devam ettikçe, Evren de canlı, gergin ve haşin olmaya devam edecekti.

Ancak, bütün sıcak noktaların soğuduğu o an geldiğinde, belli bir amaca yönelik mekanik enerjinin tümü ısıya dönüştürüldüğünde ve bu ısı da dağılıp yok olduğunda, işte ancak o anda Evren'in her tarafına sonsuza dek bir huzur ve sessizlik egemen olacaktı.

Clausius, hiç hayal etmediği bir biçimde de olsa, artık on sekiz yıllık çalışmasının sonuna gelmişti. 1850 yılında sadece yeni bir ısı teorisi oluşturmak amacıyla yola çıkmıştı. Gerçi bunu başarmıştı başarmasına ama aynı zamanda, doğanın yasalarında insan yaşamıyla ilgili tatsız bir gerçeği ortaya koyan bir eşitsizliğe de ulaşmıştı: Hayatı destekleyen fedakâr bir Evren'de değil, hayatın *yok olması pahasına* varlığını sürdüren vurguncu bir Evren'de yaşıyorduk.

Bilimin bir öğrencisi olarak Clausius, Evren'in değer verdiğimiz her şeyi -yeri, göğü, çocuklarımızı- bizden alması için belki de aradan daha milyarlarca yıl geçmesi gerektiğini düşünerek kendi kendini rahatlattı. Bir başka ifadeyle, hemen endişeye kapılmamızı gerektirecek bir neden yoktu.

Ancak, rahip Clausius'un eski bir öğrencisi olarak kırk üç yaşındaki Clausius, bir sonun mutlaka geleceğine ilişkin bu eşi görülmemiş bilimsel kanıtın yarattığı endişeyi yaşıyordu. İnsan bedeninin ölümlü olduğu gerçeğini kavrayabiliyordu: "Bütün bedenler hep birlikte çürüyecek ve insanoğlu tekrar toprağa dönecek" diye yazıyordu Kutsal Kitap'ta. Clausius, Dünya'nın, bize hayat veren Güneş'in veya doğadaki bir eşi daha olmayan başka herhangi bir şeyin gelip geçici olması fikrini kafasında canlandırabiliyordu; ancak bu yeni keşfedilen yasa *her şeyi* et-

kiliyordu. Bir gün, Tanrı'nın yarattığı her şey tümüyle ölecek ve sonsuza dek yok olacaktı.

Sondeyiş

26 Ağustos 1883'te dünyanın dört bir yanındaki insanların ömürleri boyunca daima hatırlayacakları bir yanardağ patlaması meydana gelmişti. Tablo güzelliğinde bir Endonezya adası olan Krakatoa'da 36.000 kişinin ölümüne yol açan ve dünyayı saran havayı kontrolsüz bir biçimde titreten bir patlamaydı bu.

Patlama atmosferin üst katmanlarına doğru o kadar çok gaz ve toz püskürtmüştü ki, bunlar Güneş'i örterek yeşilimsi-mavi bir görünüm almasına neden olmuştu. Bunun sonucunda patlamayı izleyen üç yıl boyunca, çok uzaklardaki Avrupa'da bile sıcaklıklar yaklaşık yüzde on düşmüş ve yaz aylarında sonbahar serinliği hâkim olmuştu.

Almanya'nın Bonn kentinde, altmış bir yaşındaki Rudolf Clausius, Krakatoa'daki patlama sonrasında ortaya çıkan bu etkilere çok şaşırmıştı. Bunların, Evren'in kaderindeki en son durgunluk noktasına doğru, tıpkı iri bir kaya parçasının dik bir dağ yamacından aşağı doğru yuvarlanması ya da şair John Keats'in anlatımıyla "bir çiy damlasının bir ağacın tepesinden aşağı doğru tehlikeli yolculuğu" gibi, yuvarlanıp gittiğinin göstergesi olduğunu düşünüyordu.

Diğer bütün doğal felaketler gibi, bir yanardağ da, büyük bir makineden başka bir şey değildi. Gücünü, yer altındaki erimiş kaya havuzundan gelen ısıdan alıyordu. Bir buharlı makine için kazan veya sıcakkanlı bir hayvan için metabolizma işlemleri neyse, bir yanardağ için de *magma odası* adı verilen erimiş kaya havuzu oydu.

Bir yanardağın ürettiği güç korkunçtu. Bir insan vücudu yarım beygirgücünden daha fazlasını üretemezken ve normal büyüklükteki bir buharlı makine ancak yüzlerce beygirgücü üretebilirken, Krakatoa'daki gümbürtülü püskürme 30 *milyardan*

daha fazla beygirgücü üretmişti -20 milyar metre küp hacmindeki kül ve kaya parçasını yukarı doğru 30 kilometre kadar fırlatmış, okyanus yüzeyinde yüksekliği 15 metreyi bulan dalgalar yaratmış ve 36.000 insanın hayatını söndürmüştü!

Krakatoa'nın başka etkileri de vardı: Yeraltındaki ısı enerjisi kaynağının bir kısmı büyük bir gürültü, yani akustik enerji, üretimine harcanmıştı. Bir kısmı ise parlak bir ışığa, ışık enerjisine dönüşmüştü. Geri kalan kısmı ise boşa harcanmıştı: Isı, 2000 derece Fahrenheit olan magma odasından, bir zamanlar küçük bir cenneti andıran Krakatoa adasının nispeten daha soğuk olan tropikal havasına doğru akmıştı.

Clausius'un eski muhasebe sistemine göre, Krakatoa'nın felakete yol açan etkilerinden bir kısmı pozitif entropi diğer bir kısmı ise negatif entropi değişikliklerine karşılık geliyordu. Ancak bütün bunlar sonuçta Evren'in genel entropisini *artıracak* şekilde bir araya toplanmıştı.

Aristokrat görünümlü yaşlı profesör, beyaz saçlı başını hayretle salladı: Bir anlık patlamayla, kozmik kumarhanede 36.000 insan ve bir yanardağ her şeyini yitirmişti. Ortada ne kadar paranın döndüğünü hesaplamak bayağı bir uğraş gerektirecekti, ama bu kez son sözü Entropinin Korunmaması Yasası söylüyordu: Evren Krakatoa felaketinden *kârlı* çıkmıştı.

Krakatoa felaketi yüzünden Evren, kendisine ılık bir huzur getirecek emekliliğine bir adım daha yaklaşmıştı: Otuz-altı-bin-bir adet makinesi sessizliğe gömülmüştü. Sıcaklık farklılıkları eşitlenmişti: Yanardağ ve kurbanların bedenleri artık biraz daha soğuk, bunların etrafındaki hava ise biraz daha ılıktı.

Entropinin Evren üzerindeki yaşlandırıcı etkilerine ilişkin bu ürpertici düşünce Clausius'un on beş yıl önce yaptığı keşfinin bir sonucuydu. Ancak, patlamadan yalnızca altı yıl önce, 1877'de, Ludwig Boltzmann adındaki Avusturyalı bir fizikçi, aynı şeyi ifade etmenin farklı bir yolu olduğunu sezinlemişti.

Entropinin *düzensizliğin* bir ölçüsü olduğunu matematiksel olarak kanıtlayan Boltzmann, Clausius'un Entropinin Korun-

maması Yasası'nın, Evren'in sakinleşmesinin yanı sıra daha *kaotik* bir hale dönüşmesi anlamına geldiği sonucuna varmıştı.

Doğal olarak bu da, Evren'in başlangıçta çok gergin ve çok iyi düzenlenmiş olması gerektiği anlamına geliyordu; sanki milyarlarca yıl önce, Bir Şey ya da Birisi mükemmel işleyen zemberekli bir saat yapmış ve onu hiç aksamayacak biçimde kurup bırakmıştı. Evren şu anda, tıpkı bu saat gibi, ağır ağır boşalma, gevşeme ve parçalanma sürecini yaşıyordu.

Evren, bugün de hâlâ oldukça iyi düzenlenmiş durumdaydı ve bütün parçaları bilimsel bir hassaslıkla çalışıyordu. İyi belirlenmiş sıcak ve soğuk bölgeler vardı; iyi belirlenmiş amaçlara hizmet edecek olan iyi düzenlenmiş mekanik enerji üreten, yine iyi belirlenmiş ve tasarlanmış makineler vardı.

Ancak zaman geçtikçe Evren bütün bu seçkin özelliklerini yitiriyordu: Sıcak ve soğuk bölgeler birbirine karışıyor, güç kaynağı tükenen makineler çürüyüp toprağa karışıyordu. Katı toprağın kendisi bile -aslında, bütün katılar ve sıvılar- aşama aşama ayrışıyor ve sonunda her şey tanımlanamayan, karmakarışık ve ılık bir gaz haline dönüşüyordu.

Boltzmann'ın entropiye ilişkin bu kaotik yorumu, entropinin korkutuculuğunu, anlaşılmaz acımasızlığını biraz daha artırmıştır. Clausius'un Entropinin Korunmaması Yasası'nın, Evren'in yaşama ve yaşamla ilgili davranışlara *saldırarak hayatta kaldığı* anlamına geldiği artık daha da açık bir şekilde kendini gösteriyordu. Evren öldürme ve yıkma eğilimine sahipti.

Hayatın yaratılması doğal olmayan bir şeydi, doğal düzensizliğin geçici olarak bozulmasıydı. Kısacası hayat doğanın yasalarını *hiçe sayıyordu*! Öyleyse, entropi yasasının bu açık seçik ihlâli nasıl mümkün olabiliyordu? Yaşamın tam karşısında yer alan bir yasayla yönetilen bir Evren'de, yaşam nasıl oluşabilmişti?

Clausius bunun yanıtını artık biliyordu: Bütün doğal olmayan davranışlarda olduğu gibi yaşam da, doğal davranışlarla ilgili yasaları tersine çevirebilecek güçte zorlayıcı etkileri olan bir tür makinenin ürünüydü -tıpkı bir buzdolabının ısının soğuktan

sıcağa doğru akmasını sağlamasında olduğu gibi. Tabii ki yaşam makinesi, Her Ne ise ya da Her Kim ise, bir sırdı. Ama onunla ilgili kesin olan tek bir şey vardı: Kaçınılmaz bir biçimde makineler, bazıları pozitif bazıları da negatif olmak üzere entropi değişikliklerini içeriyordu.

Yeni doğan bir bebek, makinenin *negatif* entropi değişikliklerinin en büyüğüne karşılık geliyordu: Yani bir kadının yumurtasıyla bir erkeğin sperminin birleşmesiyle ortaya çıkan biyolojik kimyasal maddelerin yarattığı kaos, nihayetinde çok iyi düzenlenmiş bir organizmaya dönüşüyor ve böylece Evren'in düzensizliği *azaltılıyordu*. Bu yüzden de, yaşam, kozmik kumarhane için büyük bir kaybı, yararsız bir deneyimi simgeliyordu.

Ancak Clausius'un acımasız entropi yasasına göre, yaşam makinesinin ürettiği yararlı *negatif* entropi değişikliklerinin miktarı, savurgan *pozitif* entropi değişikliklerinin daima gerisinde kalmalıydı. Bir başka deyişle, bilimsel açıdan söylemek gerekirse, yaratılan belli miktardaki yaşama kaçınılmaz olarak daha büyük bir miktarda ölüm eşlik ediyordu.

Clausius bütün bunların ne anlama geldiğini çok iyi biliyor ve hissediyordu. Kendisi ve sevgili eşi Adie yaşam makineleriydi: Birlikte iki erkek ve dört kız çocuğuna hayat vermişler, ama karşılığında da ölümcül bir bedel ödemişlerdi.

Clausius 1875'te bir eş yitirmiş ve bir kız çocuk sahibi olmuştu; izleyen yıllarda bu çocuk çok güzel bir şekilde büyütüldü. Bir aile dostunun sözlerine kulak verelim: "Hiçbir zaman annesinin kucağında yatma imkânını bulamamış bu son çocuğu kadar güleryüzlü, neşeli ve enerji dolu bir kız çocuk daha görmedim."

Ancak bunun karşılığının çok ağır olduğunu düşünüyordu yaşlı adam. Tıpkı daha önce yetim erkek ve kız kardeşlerini yetiştirirken olduğu gibi, kendi çocuklarını yetiştirmekten büyük bir zevk almıştı. Çocuklarından büyük bir sevgi ve dostluk görmesine karşın, yine de içinde bir parçası asla teselli edilemiyordu. Bu parça sanki eşi Adie ile birlikte ölmüş, bir daha geri dönülemez bir biçimde kozmik kumarhanede yitirilmişti.

Clausius, günlük yaşam mücadelemizde, Ölüm kuvvetlerinin sonuçta Yaşam kuvvetlerinden daha güçlü olduğunu keşfetmişti. Kendisi hâlâ yaşıyordu ama acı verici bir kayıp karşısında ayakta kalmaya çalışması gerekmişti. Acımasız entropi yasasından yara almıştı; bu takastan sadece Evren kârlı çıkmıştı.

1886'da, Clausius yeniden evlenmişti. Elinin tersiyle göz yaşlarını silen yaşlı profesör bunun belki de, yitirdiği ilk aşkı, gençliği ve gücünü telafi etmek için yaptığı cılız bir girişim, entropi yasasını bir çiğneme çabası olduğunu düşünüyordu.

Kalbinin ve aklının derinliklerinde Clausius, böylesi bir meydan okumanın boşa çabalamak olduğunun bilincindeydi. Entropinin Korunmaması Yasası hayatın ileriye doğru, doğumdan ölüme doğru yaşanmasını gerektiriyordu. Avusturyalı psikiyatrist Sigmund Freud bunu şu sözlerle dile getirecekti: "Bütün hayatın amacı ölümdür."

Bunun tersini arzulamak, Evren'in entropisinin zamanla *azalmasını* arzulamak demekti ki, böyle bir şey imkânsızdı. Bu, sonbaharda yaprakların ağaçlardan düşer düşmez düzgün yığınlar halinde kendiliğinden toplanmalarını beklemek ya da suyun ısıtılınca donmasını umut etmek gibi bir şeydi.

Clausius için hayatının sonu artık yaklaşmıştı. Doktorlar, vücudunun B_{12} vitaminini emme kabiliyetini yitirmesinin tehlikeli bir kansızlığa sebep olduğunu söylüyordu. Vücut ateşi, deyim yerindeyse, oksijensizlikten sönmek üzereydi.

1888 yazına gelindiğinde, Clausius'un hastalığı beyninde ve omuriliğinde düzeltilemez değişikliklere yol açmıştı: Artık bazı şeyleri hatırlayamıyor ve yürümede zorluk çekiyordu. 24 Ağustos'ta çok sevdiği ailesi ve birkaç yakın arkadaşı yanıbaşında olduğu halde hayata gözlerini yumdu.

Meslektaşları, büyük bir bilim adamını; öğrencileri, büyük bir öğretmeni ve çocukları ise, büyük bir babayı yitirmenin acısını yaşıyorlardı. Dünya, Clausius'un uzun ve verimli yaşamından yarar sağlamıştı. Artık bu kibar ve zeki makine susmuş ve obur Evren ise, bir bütün olarak, bu ölümden kârlı çıkmıştı.

$E = m \times c^2$

Fazla Merak Ocakları Söndürdü

Albert Einstein ve Özel Görelilik Teorisi

Bilginin azı tehlikeli ise,
tehlikeden uzak kalacak kadar
çok şey bilen kişi nerede?

T. H. Huxley

On altı yaşındaki Albert Einstein için 1895 yılının ilkbaharında kuzeydoğu İsviçre Alplerinde yaptığı kır gezisi, cennette bir gezintiden farksızdı. Üç gün süreyle, sınıfta oturup sıkıcı dersleri dinlemek zorunda kalmayacaktı; dünyanın bu en göz alıcı manzaralarından birinin tam ortasında hem kendisi hem de merakı aylak aylak dolaşma özgürlüğüne sahipti.

Aslında, Aarau'daki İsviçre eyalet okulundan sınıf arkadaşları ve jeoloji öğretmeni Friedrich Mühlberg ile birlikte olmak yerine, yanlız kalmayı yeğlerdi. Bir tür yük hayvanı gibi yönlendirilmekten nefret ediyordu; öğretmeni Mühlberg'in yaptığı açıklamaları dinlemeyip dikkatini ve düşüncelerini yol boyunca istediği yere yöneltebilmesi tek tesellisi oluyordu.

O gün Mühlberg, öğrencilerini Säntis Dağı'nın zirvesine çıkarmaya karar vermişti. Şafakla birlikte yola koyulduklarında hafif hafif yağmur yağıyordu, ama hiç kimse bu durumdan şikâyetçi değildi. Çünkü, yavaş yavaş aydınlanan ve hafif kırmızıya bürünmüş doğu ufku üzerine silüeti düşen hafif puslu manzara çok etkileyiciydi.

Küçük öğrenci grubunun dağın tepesine doğru yaptığı zorlu tırmanış saatlerdir sürüyordu. Yağmur şiddetlenmişse de, ayaklarındaki arazi botları sayesinde yürüyüşlerine devam edebiliyorlardı. Einstein açısından ise durum biraz farklıydı. Yürüyüş için ne giymek gerektiğine pek dikkat etmediğinden ayağındaki sokak ayakkabılarıyla dik yamaçlarda yürüyemeyip durmadan kayıyor ve düşüyordu.

Sabahın ilerleyen saatlerinde, öğrenciler nihayet 2400 metre yüksekliğindeki zirveye ulaşmışlardı. Kocaman bir kaya parçasındaki siyah bir yarıktan çıkan yöreye özgü kardelen çiçeklerini merak eden genç Einstein, çok eğilince dengesini kaybetti. Aşağı doğru sendeleyerek yuvarlanırken bir çalıya, bir kayaya, herhangi bir şeye tutunmaya çalıştı ama nafile; ölüme doğru gidiyordu.

Hemen aşağıda duran sınıf arkadaşı Adolf Fisch başını kaldırdığında Einstein'ın tehlikeli durumunu fark etti. Hiç tereddüt etmeden, el yordamıyla bulduğu tırmanma değneğini aşağı doğru yuvarlanan sınıf arkadaşına uzattı. Genç Einstein içgüdüsel olarak uzanıp değneği yakaladı: Düşüşü durmuştu.

Çoğu kez, ölümle yüz yüze gelmek, insanı hayatın anlamını yeniden değerlendirmeye yöneltir ve daha içe dönük ve hatta daha dindar olunmasına neden olur. Ancak Einstein için bu geçerli değildi; on altı yaşındaki Einstein, hayatın olağan gerçeklerinden zaten o kadar kopuktu ki, onun daha da içe dönük olabileceğini düşünmek çok zordu.

Daha dindar olmaya gelince, genç Einstein Yahudiydi, ancak gökte yaşayan özel bir Tanrı'ya değil burada, dünyada, çiçeklerde, yağmurda - hatta İsviçre Alplerinin kaygan kayalarında

yaşayan panteistik bir Tanrı'ya inanıyordu. Otuzlu yaşlarında Einstein bu konudaki düşüncelerini şöyle dile getirecekti: "İnsanların kaderi ve yaptıklarıyla ilgilenen bir Tanrı'ya değil, var olan her şeyin arasındaki uyumda kendini gösteren bir Tanrı'ya inanıyorum."

Bu nedenle, ölümle burun buruna gelmesine rağmen genç Einstein, doğaüstü bir krallığın ölçülemez güzelliğini değil, doğanın ölçülebilir güzelliğini merak ediyordu -ona göre cennet, dünyadaydı. Einstein yaşamının ileriki dönemlerinde şöyle diyecekti: "Benim özel bir yeteneğim yok. Sadece, fazla meraklıyım."

Genç Einstein özellikle ışığa karşı "fazla meraklıydı". Kısa bir süre önce İskoçyalı fizikçi James Clerk Maxwell, ışığın *elektrik* ve *manyetizmadan* meydana gelen dalgalardan oluştuğu biçimindeki olağandışı bir düşüncenin matematiksel kanıtlarını ortaya koymuştu.

Bu varsayımsal dalgaların akılda canlandırılması zordu, ama olayın temel ilkesi, bir kenarından tutup silkerek büyük bir kilimi yerine sermeye çalışan bir kadın örneğiyle açıklanabilirdi: Her silkelenişte kilimde oda boyunca ilerleyen küçük bir dalga oluşuyordu.

Maxwell'e göre, elektrik düğmesinin her açılışında (bu, kilimin silkilmesine karşılık geliyordu) buna benzer bir olay meydana geliyordu: Böylece daima, uzayda ilerleyen görünmez bir elektromanyetik dalga üretiliyordu. Maxwell bu küçük dalganın bizim ışık dalgası olarak adlandırdığımız şeyin ta kendisi olduğunu matematiksel olarak kanıtlamıştı.

Son birkaç yıl içinde genç Einstein, bir elektrik ve manyetizma dalgasının tam olarak neye benzediğini merak edip durmuştu. Bunu anlamanın bir yolunun bu dalgayla birlikte hareket edip onu gözlemek olacağını düşünüyordu. Ancak, herhangi birinin ışık dalgasıyla aynı hızla, yani saniyede 300 milyon metrelik bir hızla hareket edebileceğini düşünmenin sadece bir hayal olduğunu fark etmesi fazla zaman almayacaktı.

Keşke *ses* dalgalarıyla ilgilenseydi. Ses dalgaları saniyede sadece 300 metrelik bir hızla ilerlediği için onlarla birlikte hareket edildiğinde neler olacağını hayal etmek çok daha kolaydı. Peki, böyle bir durumda gerçekten de *ne* olurdu? Genç adamın vardığı şaşırtıcı sonuç, böyle bir durumda ses dalgalarının duyulamayacağı şeklindeydi.

Örneğin, bir orkestradan ses hızına tam olarak eşit bir hızla uzaklaşıyor olsaydı, kulakları müzikle *birlikte* (tıpkı bir dalganın üzerinde sörf yapan biri gibi) hareket ediyor olacaktı; dolayısıyla, notalar kulaklarının *içine doğru* değil, kulaklarıyla birlikte hareket ediyor olacaktı. Geriye dönüp baktığında, müzisyenleri *görebilecek* ama çaldıkları müziği duyamayacaktı.

Acaba aynı şey ışık için de geçerli olabilir miydi? Bir mucize eseri, ışık hızıyla orkestradan uzaklaşabilseydi, genç Einstein kaçınılmaz bir biçimde ışık dalgalarının gözüne *doğru* değil, gözüyle birlikte aynı hızda hareket edeceği çıkarımında bulundu. Bu nedenle geriye dönüp baktığında müzisyenleri göremeyecekti; sanki bütün müzisyenler gözden kaybolmuş gibi olacaktı.

Bu da genç Einstein'ın aklına, duyularıyla kavrayamayacağı doğaüstü bir Evren'i getiriyordu; yani Evren'de her şey -insanlar, gezegenler, galaksiler- bir anda belirebilir ve yine bir anda gözden kaybolabilirdi. Bir kâbusu andıran bu yorucu soruyla uğraşmayı sürdürdüğü sonraki dönemlerinde Einstein, düş kırıklığına uğramış ve inancını yitirmiş bir şekilde başını sallayarak şöyle diyecekti: "Bu basit yasanın [ışık hızıyla ilgili] titiz, çalışkan bir fizikçinin hayatının en zorlu düşünsel problemi olacağını kim tahmin edebilirdi ki?"

Üzerindeki çalı çırpıyı temizleyen on altı yaşındaki Einstein derin bir soluk aldı. Öğretmeni ve sınıf arkadaşlarıyla birlikte dağdan inerken hiç yara almadan bu olaydan kurtulduğu için sevinçliydi. Tehlikenin bittiğini düşünüyordu, oysa aslında tehlike daha yeni başlamıştı.

İzleyen yıllarda Albert Einstein'ın yılmak nedir bilmeyen merakı insanlığı, ölümle burun buruna geldiği dağ yürüyüşünden

daha tehlikeli bir düşünsel yolculuğa yöneltecekti. Dahası, ışıkla ilgili olarak aradığı yanıtların peşine düşerken, bilimsel bilginin zirvesine ulaşıncaya kadar hiç durmayacaktı.

Elde ettiği başarı takdir edilmeyi fazlasıyla hak ediyordu, ancak tepedeki ürkütücü manzara, bu tehlikeli zirvede bundan sonra ne yapacağımızı merak ederek, düşecekmiş gibi bir halde kalakalmamıza yol açacaktı. Daha yüksek zirvelere mi çıkmalıydık, yoksa tekrar aşağı inmenin bir yolunu mu bulmalıydık? Bunların, bilimin tek başına yanıtlayamayacağı sorular olduğunu daha sonra anlayacaktık.

Veni

İnsanoğlunun kökenini ve davranışlarını anlamak amacıyla bilimin matematiksel ve deneysel yöntemlerini kullanmak konusunda, hiçbir zaman 19. yüzyılın ortalarında olduğu kadar büyük umutlar taşınmamıştı. Yakın geleceğin *beşeri* bilimler çağı olacağı tahmin ediliyordu.

Sözgelimi, 1859 yılında İngiliz doğabilimci Charles Robert Darwin, Kutsal Kitap'taki Yaratılış hikâyesini çürüten *Türlerin Kökeni* adlı eserini yayımladı. Darwin'in dine aykırı bu yeni teorisine göre, insanlar da dahil olmak üzere bütün canlılar *doğal seçilim* adını verdiği iki aşamalı bir süreçle yavaş yavaş evrimleşmişlerdi; bu, 10.000 yıldan bu yana hayvan ve bitki üreticilerinin sayısız bitki ve hayvanı yetiştirmek için kullandığı *yapay seçilim* işleminin doğadaki modeliydi.

Darwin doğal seçilimdeki ilk aşamanın, anne ve babanın bir yavru dünyaya getirdiği zaman başladığını söylüyordu. Biyolojik açıdan söylemek gerekirse, anne ve babalarına benzeseler de, tamamen *kendilerine özgü* bireyler olan yavrular hiçbir bireyinkini andırmayan bir gen karışımına sahiptiler.

Darwin'in teorisine göre ikinci aşama, herhangi bir anda, herhangi bir bölgede, sağ kalabileceği düşünülen miktardan çok daha fazla sayıda yavrunun dünyaya geldiği varsayımıyla başlıyordu. Bu nedenle, yavrular sınırlı kaynaklar için hem doğayla

ve hem de birbirleriyle rekabet etmek zorunda kalacaklardı. Darwin, bunun sonucunda çıkan çatışmada, kendilerine özgü genetik özellikleri nedeniyle üstünlük sağlayan yavruların baskın geleceği ve üreyeceği sonucuna vardı.

Buna örnek olarak Londra'da ağaç yapraklarında yaşayan gece kelebeklerini gösteriyordu. Endüstri Devrimi'nin bir sonucu olarak şehrin binaları ve ağaçlarında is ve kurum lekeleri oluşmuştu. Darwin, aynı dönemde doğuştan lekeli kanatlara sahip gece kelebeklerinin, düz renkli kanatlara sahip olanlara göre daha fazla yaygınlaştığını gözlemlemişti; lekeli kanatların bir üstünlük olduğunu düşünüyordu, çünkü böylelikle gece kelebekleri lekeli bina ve ağaçlarla çok iyi uyum sağlıyor ve yırtıcı hayvanlar tarafından görülemiyorlardı.

Darwin, çok tartışmalı bu yeni teorisine kuvvetle inansa da, onu herkesin önünde savunmak konusunda yine de ürkek davranıyordu. İnsanın gözünü korkutan bu görevi üstlenmek ise başta "Darwin'in buldoku" olarak adlandırılan biyolog Thomas Henry Huxley ve filozof Herbert Spencer olmak üzere en cesur arkadaşlarına ve meslektaşlarına düşmüştü.

İzleyen yıllarda Darwin'in karmaşık fikirlerini kitlelere açıklayıp onları ikna etmek konusunda en başarılı kişi, "en iyi uyum sağlayanın hayatta kalması" biçiminde çekici ve alımlı bir ifade ortaya atan Spencer olmuştu. Ancak Spencer, teoriyi desteklememe sürecinde, özellikle insan toplumu için geçerli olan konularda, teoriyi istediği gibi kullanma cüretini de gösteriyordu.

Spencer'a göre, toplumdaki -evde, işte, spor karşılaşmalarında ve benzeri durumlarda- günlük rekabetin bir sonucu olarak, genetik açıdan zayıf kimseler "*toplumsal Darwinizm*" adını verdiği bir süreç sonunda sistematik olarak ayıklanıyordu. Aralarında Darwin'in de bulunduğu bilim adamlarının akla yatkın bir teorinin bu şekilde saptırılmasıyla alay etmesine rağmen, yoksulları acımasızca sömüren Endüstri Çağı'nın vicdansız girişimcileri açısından Spencer'ın bu fikirleri bu durumu haklı göstermek için başvurulan gözde bir dayanak haline gelmişti.

Spencer gibi düşünenlerin en aşırı ve en ürkütücü örneklerinden birinin Alman filozof Friedrich Nietzsche olduğu söylenebilir. Nietzsche düşüncelerini kâğıda şöyle dökmüştü: "Rekabet ve hayatta kalma içgüdülerinin simgesi olacak üstün insanı aramalıyız."

Nietzsche, alçakgönüllülüğü, şefkati ve insanları zayıflatıp köleliğe yönelttiğine inandığı bütün Hıristiyan değerlerini alaya alıyordu. "Istırabı iyi inceleyin ve onu bir haz kaynağı olarak kullanın." tavsiyesinde bulunuyor ve kibirli bir şekilde sözlerini şöyle sürdürüyordu: "Güçsüzleri yok edin ki, yaşamımıza bir üstün insanın varlığının damgası vurulsun."

Spencer ve Nietzsche'nin bu düşünce tarzı, kısa bir süre içinde, eskiden kalma seçici dölleme yöntemlerinin insanlara uygulanmasını teşvik eden bir *öjenik* (soyarıtımı) hareketinin doludizgin kendini göstermesine yol açmıştı. Bu harekete isim koyan ve önderliğini üstlenen ise Francis Galton adlı bir İngiliz psikologtu; 1874 yılında *İngilizler: Doğaları ve Yetişmeleri* adlı kitapçığını yayımladıktan sonra kendini zeki ve fiziksel açıdan süper insanlar üretmeye yönelik araştırmalara ve ulusal üreme programlarının oluşturulmasına adamıştı.

Tahmin edilebileceği gibi, tuhaf bir şekilde gelişen doğal seçilim biliminin bir kötülük unsuru haline gelmesi için aradan çok zaman geçmesi gerekmeyecekti. 1870'li yıllara gelindiğinde, *öjenik*, hükümet liderleri tarafından milliyetçiliklerine kılıf uydurmak, etrafa kin tohumları saçanlar tarafından ise bağnazlıklarını haklı çıkarmak için kullanılıyordu. Buna Yahudi karşıtı akımlar da dahildi; çoğu kimsenin gözünde *öjenik* Yahudilerin adi, iğrenç insanlar olduğunu gösteren kesin bilimsel kanıtları sağlamıştı.

1879 yılında, Almanya'nın Ulm kentinde, bilimsel açıdan desteklenen ve gittikçe yayılan bu önyargı, Hermann ve Pauline Einstein'a hayatı zindan ediyordu. Ne var ki, sonuna kadar dayanmaktan başka çareleri yoktu; hem Hermann'ın işi buradaydı hem de Pauline ilk çocuklarına hamileydi.

Dünyanın bir başka yerinde 1879 yılı, cehalet ve karanlık yerine yaratıcılık ve aydınlık açısından tarihi bir yıl oluyordu: New Jersey'deki Menlo Park'ta Thomas Edison ampulü keşfetmişti, İskoçya'nın Edinburg kentinde ise bir ışık dalgasının gerçek yapısını ilk fark eden kişi olan James Clerk Maxwell, olağanüstü hayatının sonuna doğru yaklaşmaktaydı.

Aynı yılın 14 Martında Einsteinların Albert adını verdikleri bir oğulları oldu. Yirmi yıldan biraz daha fazla bir süre içinde oğullarının zekâsı, trilyonlarca ampulün verdiği ışığın şiddetine eşit bir parlaklıkta parlayarak, Maxwell'in veya bir başka bilim adamının erişebildiğinden çok daha öteye uzanan geniş bir ufku aydınlatacaktı; ancak ne gariptir ki, ilk belirtiler bebeğin zekâ özürlü olarak doğduğunu gösteriyordu.

Gerçekten de, ışık ne kadar hızlıysa Albert Einstein'ın ilk dönemlerdeki gelişmesi de bir o kadar yavaştı -yavaş konuşuyor, yavaş okuyor ve yavaş öğreniyordu. Kısacası, ileride büyük bir adam olmak dışında her şey olabilir gibi bir izlenim yaratıyordu.

Ancak amcası Jakob, Einstein'ın aptal olmayıp sadece *aklının başka yerlerde olduğuna* inanmayı yeğliyordu. Bebeklerin çoğu yataklarının üzerinde dönüp duran süsleri izlerken, yeğeni dikkatini *iç* dünya ile ilgili, açıklanamaz türden hayali şekiller üzerinde topluyordu.

Genç Einstein'ın kendi kabuğundan nadiren dışarı çıktığı anlardan biri de, beş yaşındayken babasının hediye ettiği pusulaya baktığı andı. Bu sessiz çocuk, pusulanın ibresinin kuzeyi gösterirken sergilediği anlaşılmaz yetenekten o denli etkilenmişti ki, daha sonra kendisinin de söylediği gibi, "şaşkınlıktan donup kalmıştı".

İzleyen yıllarda Einstein'ın gelişimi daha da olağandışı bir hal almıştı ve yetiştirilme tarzı da gün geçtikçe alışılmış kalıpların dışına çıkmaktaydı. Annesi ve babası ne sinagoga gidiyor ne de Yahudi inancına uygun bir ev hayatı yaşıyordu; dahası, Einstein'ın doğumundan hemen sonra, Münih'in Katoliklerin

çoğunlukta olduğu bir dış mahallesine taşınan anne ve babası zamanı geldiğinde çocuklarını mahalledeki bir Katolik okuluna kaydettirmişlerdi.

Okuldaki ilk gün, pek çok çocuk için yeteri kadar sarsıcı bir deneyim olsa da, genç Einstein açısından özellikle yıpratıcı olmuştu. Evde içe dönük davranışlarına kimse bir şey demiyordu; ancak şimdi ise katı kuralları olan bu dini kurum onu dış dünyaya katılmaya ve uymaya zorluyordu.

"En kötüsü de" diyecekti Einstein daha sonraları, "okulun korku, güç ve yapay bir otoriteyle yönetilmesiydi. Sadık köleler üretmekten başka bir işe yaramıyordu." O günlerden itibaren Einstein disiplinden nefret eder hale geldi. Öğretmenleri kurallara uyması konusunda ısrar ettikçe, Einstein da kendisini her zamankinden daha fazla kuralların dışında hissediyordu; bu, hayatının büyük bir bölümünde her zaman hissedeceği bir duyguydu.

Sonraki beş yıl boyunca Einstein, bu okula gitmek zorunda kalışından hep yakınıp durduysa da, anne ve babasının zorlamasıyla okula gitmeye devam etti. Yakındaki Luitpold Gymnasium adlı ortaokula gitme zamanı geldiğinde, hiçbir gelişme yaşanmadı. Einstein, okulun eğitim anlayışını ve sert öğretmenlerini küçümsüyordu.

Ne yazık ki, öğrenmenleri de Einstein için benzeri duygular besliyordu. Latince öğretmeni bir gün onu "Senden hiçbir şey olmaz." diye azarlamıştı. Bu Einstein'ın başarısızlığından kaynaklanmıyordu, aksine oldukça iyi notlar alıyordu. Öğretmeninin kızmasının nedeni, ukala bir öğrenci olmasıydı.

Dahası, bu tümüyle yanlış da sayılmazdı; Einstein kendi seçtiği kitapları okuyarak oldukça zeki -ve kendine güvenen- biri haline gelmişti; sadece merakının yönlendirmesiyle, askeri disiplinle eğitim yapan öğretmenlerinden öğrendiklerinden çok daha fazlasını bu kitaplardan öğrenmişti.

Örneğin, Luitpold'daki ilk yılında Einstein, Aaron Bernstein'ın yazdığı *Fiziksel Bilimler Üzerine Popüler Kitaplar* adlı bir-

kaç ciltlik kitap koleksiyonuna ilgi duymuştu. Bu kitapları okuyan Einstein, 19. yüzyıl biliminin Evren'i tasvir etmekte ne kadar büyük bir yol kat ettiğini öğrendikçe hayrete düşüyordu.

Örneğin, bilim adamları Dünya'nın kutuplardan geçen ekseni etrafında tıpkı bir buz patencisi gibi dönerek bir merkezkaç kuvvet yarattığını; Dünya'nın kendi *kütleçekiminin* dengeleyeci kuvveti olmasa, merkezkaç kuvvetin gezegeni çoktan parçalamış olacağını bulmuşlardı. Gerçekten de, Bernstein kitaplarında, iki yüzyıldan daha fazla bir süre önce Isaac Newton'un bu iki kuvvet arasındaki halat çekme oyununu andıran çekişmenin, gezegenimizin kutuplarda biraz basık ve ekvatorda ise biraz şişkince bir *portakal* biçimine bürünmesine sebep olduğunu keşfettiğinden söz ediyordu.

Daha sonraki birkaç yıl içinde genç Albert Einstein, beynini Bernstein'ın kitaplarındaki harika açıklamalarla doldurdu. Tıpkı günümüzde pek çok insanın televizyondaki beyaz dizilerin bağımlısı olması gibi, Einstein da Bernstein'ın büyüleyici kitap dizisine kendini kaptırmıştı; bir cildi bitirdikten sonra bir sonrakine başlamak için can atıyordu.

Bu okuma süreci boyunca, on yaşındaki Einstein, kısa bir süre önce yakınlardaki Prusya'da ölen Rudolf Clausius adındaki zeki bilim adamını tanıma fırsatını bulacaktı. Clausius'un ısıyla ilgili dikkat çekici keşifleri sayesinde genç Einstein, bilim adamlarının artık Güneş'in olağanüstü parlaklığını ve Dünya'nın oluşumunu açıklamanın peşinde olduklarını öğrenecekti.

Bu bilim adamlarından biri de William Thomson adında bir İrlandalı'ydı. Einstein adeta büyülenerek, Thomson'ın Güneş'in parlaklığını yanmakta olmasına bağladığını okumuştu. Thomson uzun yıllar önce Dünya'nın da yandığına inanıyordu; dahası, şu anki ısı kaybı oranından yola çıkarak, Dünya'nın yaklaşık 100 milyon yıl kadar önce üzerinde yaşanabilir hale gelecek kadar soğumuş olması gerektiğini hesaplamıştı.

Einstein gençliğinin verdiği merak duygusu içinde, Thomson'ın bu hesabının, 100 milyon yıl doğal seçilimin etkisini gös-

termesi için yeteri kadar uzun bir süre olmadığından, Charles Darwin'in savunucularını kızdırdığını okumuştu. Bugün yeryüzünde yaşayan bitki ve hayvan türlerini açıklamak için Darwin'in kışkırtıcı teorisinin, bunun on katından fazla bir süreye gereksinimi vardı.

Modern bilimin bütün temel fikirlerini okuma sürecinde genç Einstein, küçük bir çocukken çok etkilendiği manyetizmayla ilgili bir tartışmayla bile karşılaşmıştı. Michael Faraday'ın (her ne kadar arkalarındaki gücün ne olduğu hâlâ merak uyandıran bir sır olsa da), elektrik ve manyetizmanın, aslında elektromanyetizma denen tek bir kuvvetin iki unsuru olduğunu gösterdiğini öğrenmişti.

Oğlunun toplum tarafından enikonu dışlanmasından endişe duyan Hermann Einstein bir gün Luitpold Gymnasium'a gitmeye karar verdi. Albert'in sorunlarını dile getirmek üzere okul müdürünün odasına kabul edildi.

Her ne kadar tutucu Yahudilerden sayılmasa da, baba Einstein, on üç yaşındaki bir çocuğun gerçek bir adam olarak görülmesi gerektiğine inanıyordu. Bu yüzden, müdüre de oğlunun bu yaşa yaklaştığını ve bir mesleğe yöneltilmesi gerektiğini söyledi. Baba Einstein'ın kibarca dile getirdiği bu istek karşısında müdür şu ürkütücü yanıtı vermişti: "Ne yaparsak yapalım fark etmez. Albert hiçbir konuda asla başarılı olamaz."

Yıllar içinde, kendi kendini yetiştirmek amacıyla çeşitli kitaplar okumasının dışında, Einstein'ın kendine özgü dünyasını şekillendiren iki öğe daha vardı: Annesinin klasik müziğe olan ilgisi ve amcası Jakob'un bir mucit olarak elde ettiği başarılar. Bunların da etkisiyle genç Einstein, doğanın yüce bir senfoniye veya zekice bir icada benzediğine inanmaya başlamıştı: Bütün parçaları kusursuz bir uyum içinde çalıştığı için doğa hem çok güzeldi hem de basit esaslar üzerinde çok iyi işliyordu.

Bu düşünce 1891'in Eylül ayında genç Einstein'ın kitapçının birinde bir geometri kitabıyla karşılaşmasıyla çok çarpıcı bir biçimde doğrulanacaktı. Einstein daha sonraları, tıpkı doğa gibi

kusursuz ve ahenkli bir mantığı olan bu kutsal geometri kitabının onu derinden etkilediğini söyleyecekti.

Einstein'ın matematik ve doğa arasındaki yakın ilişkiye karşı duyduğu merak ise 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, ... şeklinde devam eden ve *Fibonacci dizisi* adı verilen ilginç bir sayı dizisini öğrenmesiyle daha da artmıştı. Hemen göze çarpmasa da, bu sayılar arasında bir ilişki vardı; her biri kendinden önce gelen iki sayının toplamına eşitti (örneğin, 13 = 8 + 5).

13. yüzyılda Leonardo "Fibonacci" da Pisa adındaki bir İtalyan tüccar tarafından bulunan bu sayı dizisi başlangıçta sadece sayılarla ilgili bir ilginçlik olarak kabul edilmişti. Einstein daha sonraları, botanikçilerin Fibonacci dizisinin *sayısal* modeli ile çiçekli bitkilerin çoğunun *gelişme* modeli arasında şaşırtıcı bir benzerlik olduğunu keşfettiklerini öğrenmişti.

Örneğin, öksürükotunun büyürken dallanıp budaklanması Fibonacci dizisine tam olarak uyuyordu: Önce fidenin ana sapı dallanıyor (1), sonra ikincil saplardan biri dallanıyor (1), daha sonra ikincil ve üçüncül saplar aynı anda dallanıyordu (2), ardından daha alttaki üç sap aynı anda dallanıyordu (3) ve dallanma bu şekilde devam ediyordu.

Einstein ayrıca, çeşitli çiçeklerin taçyapraklarının sayılarının da Fibonacci dizisinin sayılarını tekrarladığını öğrenmişti: Bir süsen çiçeğinin her zaman üç taçyaprağı, çuhaçiçeğinin beş, kanaryaotunun on üç, papatyanın otuz dört ve yıldızçiçeğinin ise daima elli beş ya da seksen dokuz taçyaprağı vardı.

Bütün bunların genç Einstein üzerinde tek bir etkisi olmuştu: Doğa ile sayılar arasında böylesine harika bir paralellik bulunduğuna göre, doğa yasalarını ifade ederken matematiğin yasalarından neden yararlanılmasındı ki? Einstein bu konudaki düşüncelerini şu sözlerle açıklıyordu: "Salt tümdengelim yoluyla, canlılar da dahil olmak üzere her doğal süreci anlamak -yani sürecin teorisini bulmak- mümkün olmalıdır."

Einstein, doğanın güzelliğinin yüzeysel bir güzellik olmadığını, eğer doğayı şiirsel bir dille ve ustalıkla açıklamak istiyorsa,

matematikte uzmanlaşmak için uzun yıllar boyunca ve çok sıkı bir şekilde çalışması gerektiğini keşfetmişti. Einstein bunu şu sözlerle dile getirecekti: "On iki ile on altı yaşlarım arasında, diferansiyel ve integral hesap da dahil, matematiğin temel unsurlarını öğrenmiştim."

Yaşıtlarına göre çok bilgili olan genç Einstein o yıllarda, *eksiltme çarpanı* olarak adlandırılabilecek bir şeyin sırlarını keşfetmişti. Bu, yıllar sonra o ünlü denklemini formüle etmek için uğraşırken başvuracağı matematiksel bir numaraydı.

1-s şeklinde yazılan eksiltme çarpanı, herhangi bir şeyin -bir banka hesabının, bir gaz tankının ya da bir şöhretin- tamamının s gibi küçük bir miktarda azaldığı herhangi bir süreci ifade ediyordu. Sözgelimi, 1-0,01 matematiksel olarak, bir parfüm şişesinin içindeki parfümün, yalnızca bir kez kullanıldığında, başlangıçtaki miktarının yüzde biri kadar azaldığını gösteriyordu.

Einstein, bu eksiltme çarpanına tekrar tekrar başvurulabileceğini öğrenmişti. Parfüm örneğimizde, $(1-0,01)^5$ matematiksel olarak, şişedeki parfüm seviyesinin *beş* gün süreyle günde bir kez kullanıldığında ne kadar azaldığını gösteriyordu. Genç adam bu tür hesapları yapmak için basit bir kural olduğunu öğrenmişti ve buna göre N, parfümün kaç kez kullanıldığına karşılık gelmek üzere:

$(1-s)^N$ yaklaşık olarak 1-(N x s)'ye eşitti.

Az önceki parfüm şişesi örneğimizde, N beş kullanıma karşılık geliyordu ve s de yüzde bire eşitti. O halde:

$(1-0,01)^5$ yaklaşık olarak 1-(5 x 0,01)'e eşitti.

Bu, beş kullanımdan sonra geriye ne kadar parfüm kaldığını -başlangıçtaki parfümün yaklaşık olarak 0,95'i, bir başka ifadeyle yüzde 95'i- gösteriyordu.

Yetişmekte olan bir matematikçi için bu, matematiğin püf noktalarından biriydi. Einstein için ise doğayla ilgi devrim niteliğindeki fikirlerine ulaşmak için çıkacağı uzun ve tehlikeli tırmanışta kendisine yardımcı olacak bir dağcı bastonu işlevi görecekti.

Einstein matematikte ustalaşmak için verdiği uğraşlarda başarılı olurken, bir işten diğerine atlayıp duran babası ise bir türlü başarılı olamıyordu. Albert bir yaşındayken, babasının Ulm'deki imalathanesi iflas etmiş ve aile de bu yüzden Münih'e taşınmak zorunda kalmıştı. O günden bu yana babası ile amcası Jakob küçük bir elektrokimya atölyesi işletiyorlardı, ancak şimdi bu işte de iflas bayrağını çekmek üzereydiler. Einstein bundan birkaç yıl sonra bu konuyla ilgili anılarını şu sözlerle dile getirecekti: "Yıllardır bir dakika bile mutluluk nedir bilmemiş olan fakir ailemin talihsizliği beni bütün her şeyden çok daha fazla etkilemiştir."

Bu son fiyaskonun ardından, Einstein'ın annesi babası ve küçük kız kardeşi hep birlikte Almanya'dan ayrılmaya ve annesinin varlıklı akrabalarının yeni bir iş kurmalarında yardımcı olma sözü verdiği İtalya'ya gitmek üzere Alpleri aşmaya karar vermişlerdi. On beş yaşındaki Einstein ise okulu bitirinceye kadar bir pansiyonda tek başına bırakılmıştı; en azından plan böyleydi.

Ancak, Einstein ile Luitpold Gymnasium'un aynı sonuca ulaşmaları için aradan sadece altı ay geçmesi yeterli olacaktı: Einstein okulu bırakmak zorundaydı. Luitpold'un otoriter yönetiminden bıkıp usanan Einstein, aile doktorlarını, "bunalım" geçirdiği için okuldan muaf tutulmasını isteyen bir rapor göndermeye ikna etti. Bu yazıyı beklememe kararı alan Luitpold ise, sınıftaki varlığı diğer öğrenciler üzerinde olumsuz etki yarattığı gerekçesiyle Einstein'ı okuldan attı.

Birkaç hafta sonra ailesinin Milano'da yaşadığı eve ulaşan genç mülteciyi karşılarında gören anne ve babası yıldırım çarpmışa dönecekti. Diploması olmadan oğulları ordu, postane, veya demiryolu şirketi gibi iyi bir ücret veren herhangi bir işe gir-

me şansından yoksun kalacaktı. Daha da kötüsü, saygın üniversitelerin liseden atılmış birini asla kabul etmeyecekleri göz önüne alındığında, lisede fizik öğretmeni olma arzusu da asla gerçekleşmeyebilirdi.

İsviçre'nin Zürih kenti yakınlarındaki ünlü Teknik Üniversite bu duruma önemli bir istisna oluşturuyordu. Okulun kurallarına göre, zorlu giriş sınavını geçen herkes derslere devam edebilirdi. Einstein bunu denemeye karar verdiyse de, kendine aşırı güveninin kurbanı oldu.

Genç Einstein, testin matematikle ilgili sorularında üstün başarı göstermesine karşın modern diller, zooloji ve botanikte çok kötü puanlar aldığı için sınavı geçememişti. Daha sonra kendisi bu olaydan şöyle söz edecekti: "Bu tamamen benim hatamdı, çünkü sınava hazırlanmak için hiçbir şey yapmamıştım."

Bu noktada Einstein, her bakımdan babasının oğlu olduğunu ispat etmişti. İş alanındaki başarısızlıklar Hermann Einstein'a asla pes ettirememişti; bunun yerine her defasında toparlanmış başka bir yere taşınarak yeni bir başlangıç yapmıştı. Aynı biçimde Hermann Einstein'ın oğlu da, bu başarısızlığının ardından çok güzel bir İsviçre kasabası olan Aarau'ya gitmeye karar verdi; orada liseye yeniden başlayacak ve Teknik Üniversite'nin giriş sınavlarına ikinci kez katılmak için hazırlık yapacaktı.

Luitpold Gymnasium'da yaşadığı berbat deneyimler yüzünden okuldan soğumuşsa da İsviçre'deki okul sistemi karşısında Einstein mutluluk verici bir şaşkınlık yaşamıştı. Aarau'da öğretmenler, disipline başvurmadan da eğitim yapabiliyor ve zekâyı adeta şımartıyorlardı. Einstein'ın pes etmez ve ele avuca sığmaz meraklarına hoşgörüyle bakabiliyorlardı; Einstein da bunun karşılığında onları "sıkı disiplinle sağlanamayacak türden içten ve sorumlu çalışmalarıyla" memnun ediyordu.

Aarau'daki okula sadece bir yıl devam etmiş olmasına rağmen, bu kadar kısa bir süre içinde, yıllardır Alman hoşgörüsüzlüğünün gölgesinde kalmış olan özel dünyası, İsviçrelilerin hoşgörüsü sayesinde birdenbire parlamaya başlamıştı. Kendisini

özgür, enerji dolu ve gizlemediği merak duygusu yüzünden patlamaya hazır hissediyordu. Daha sonraları bir sınıf arkadaşı bu durumu şöyle açıklayacaktı: "Kendinden emin bir şekilde, sanki bütün bir dünyayı içinde taşıyormuşçasına, neredeyse çılgınca diyebileceğim hızlı bir tempoyla bir oraya bir buraya koşturup duruyordu."

Bir dağ gezisi sırasında hayatını kaybetme tehlikesini Einstein işte böyle bir dönemde yaşamıştı. Birkaç yıl önce öğrendiği Fibonacci dizisine uyup uymadığını görmek amacıyla biraz ilerdeki kardelen çiçeğinin dıştaki taçyapraklarını saymak için ileri doğru uzandığında, on altı yaşındaki Einstein dengesini yitirmiş ve sendeleyerek neredeyse onlarca metre aşağıya yuvarlanmıştı.

Einstein'ın ışık hızıyla ilgili sorular sormaya başlaması yine bu döneme rastlar. Genç Einstein bu sorulara cevap ararken, İsviçre Alplerinden daha az yüksek ve daha az ürkütücü olmayan bilimsel bir yapıyla mücadele etmek zorunda kalacağının henüz pek farkında değildi.

Albert Einstein, 5 Eylül 1896'da liseden mezun oldu. Gücünü toplamış bir halde ve iyimser bir ruh haliyle Aarau'dan Zürih'e gitti ve yeniden girdiği Teknik Üniversite sınavını bu kez geçti.

Kendini merak ettiği konuların peşinden gitmek konusunda her zamankinden daha çok özgür hisseden Einstein, üniversitenin nispeten daha rahat olan ortamının sunduğu olanaklardan yararlanmaya başladı. Çoğu kez ev ödevlerini yapmak yerine, Faraday'ın elektrik ve manyetizmayla ilgili yaptığı çalışmaları ve o dönemdeki en heyecan verici konu olarak nitelendirdiği Maxwell'in elektromanyetik dalgalar teorisini anlatan kitaplar da dahil olmak üzere, kendi seçimi olan teknik kitapları okumayı yeğliyordu.

Bu süreç içinde, bir yandan normal insanları ve onların "cahil" yaşantılarını küçümserken bir yandan da kibirli biri haline gelmişti. Özellikle de, kendisini verdikleri emirleri yerine getirmeye zorlayan öğretmenleri yermeye başlamıştı. Einstein daha

sonraları şöyle diyecekti: "Görme ve araştırmanın verdiği zevkin, zorlama yoluyla artırılabileceğini düşünmek büyük bir hatadır. Tam tersine, bir kırbaç aracılığıyla sürekli olarak (karnı tok olduğunda bile) yemeye zorlayarak sağlıklı bir yırtıcı hayvanın iştahını kaçırmanız mümkündür."

Her dönem sonundaki sınavlara girmek bile Einstein'ı öfkeden kudurtmaya yetiyordu. "İsteseniz de istemeseniz de, sınavlar için her şeyi kafanızın içine tıka basa doldurmanız gerekiyordu." diyerek duyduğu hoşnutsuzluğu dile getiriyordu.

Onu tanıyan birisi daha sonra hakkında şunları söyleyecekti: "Birilerini incitsin incitmesin düşüncelerini dile getirmekten asla çekinmezdi." Ancak ne yazık ki, samimi eleştirileri başta öğretmenleri olmak üzere herkesi gücendiriyordu.

Örneğin, bir arazi gezisi sırasında jeoloji öğretmenleri gördükleri bir kaya oluşumunu anlatması için Einstein'ı çağırdı. "Bize bu kaya katmanlarının aşağıdan yukarı doğru mu, yukardan aşağıya doğru mu oluştuğunu söyleyebilir misin?" diye sorduğunda Einstein omuz silkerek şu yanıtı vermişti: "Ne tarafa doğru oluşurlarsa oluşsunlar benim için fark etmez."

İşleri daha da kötüleştiren bir diğer konu ise, Mileva Marić adındaki genç bir Sırp kadına âşık olarak Milano'da bıraktığı ailesini gücendirmesiydi. Ailesi buna şiddetle karşı çıkıyordu. Annesi: "Geleceğini ve eline geçen fırsatları yok ediyorsun. Namuslu hiçbir aile o kadını kabul etmez." diyordu.

Marić ile birinci sınıftayken tanışan Einstein, "Tam benim dengim bir yaratık. Hem benim kadar güçlü hem de benim kadar bağımsız biri." diyerek sevinçten adeta uçuyordu. Fizikten sonra, dünyada en çok onu sevdiğini açıkça söylüyor ve ona sık sık aşağıdaki gibi sevgi dolu dörtlükler yazıyordu:

Oh Tanrım! Bakın şu âşığın haline!
Arzudan çıldırmış halde,
Düşünürken sevdiğini,
Baş koyduğu yastığı bile tutuşur.

27 Temmuz 1900 tarihine kadar, birbirine âşık bu çift önlerinde mutluluk ve başarı dolu bir yaşam varmış izlenimi uyandırmıştı. Ancak o gün, derslerin ardından girdikleri ve üniversitelerin zorunlu kıldığı dönem sonu sınavlarının sonuçları belli olmuştu.

Einstein'ın sınav sonucuyla ilgili aldığı mektupta harika haberler vardı: Final sınavından geçmiş, diplomayı hak etmişti. Marić'in mektubu ise kötü haberlerle doluydu. Sınavda başarılı olamamış, fizikle ilgili bölümden iyi not almasına karşın, matematikte aynı başarıyı gösterememişti.

Çiftin üzüntüsünü artıran bir konu da, Einstein'ın saygısız ve bağımsız davranışlarla geçirdiği onca yılın bedelini ağır bir biçimde ödemek zorunda kalması olmuştu: 3,3 gibi yüksek bir not ortalaması tutturan Einstein, Teknik Üniversite'nin kendisine öğretim üyeliği teklif etmesini fazlasıyla hak ediyordu; ancak Einstein böyle bir teklif almamıştı. Gerçekten de olası herhangi bir iş imkânını baltalamak için kimi öğretim üyeleri gizlice girişimde bulunmuşlardı. Einstein bu durumu daha sonra şu sözlerle dile getirmişti: "Birdenbire herkes beni terk etmişti. Dışlanmış, önemsenmeyen ve pek sevilmeyen biri olmuştum."

Müstakbel bilim adamı için bu, yeni yüzyıla üzgün ve umutsuz bir başlangıç yapmak anlamına geliyordu. Tam tersine bilim ise yeni yüzyıla güven içinde ve büyük umutlarla giriyordu ve bunun çok yerinde sebepleri vardı.

Geçen iki bin yıl içinde bilim, Eski Yunanlıların fiziksel dünya ile ilgili açıklamalarının özündeki temel gizemleri çözmekte bir hayli mesafe kat etmişti. Sonuç olarak Toprak, Hava, Ateş ve Su elementlerinin her biri bilimin gelişmekte olan bir dalının konusu haline gelmişti. Son yıllarda bilim, Dünya'nın yaşı ve elektromanyetik kuvvetle ilgili iki önemli konuya bir açıklık getirmeyi de başarmıştı.

Daha dört yıl önce, 1896'da, Fransız bilim adamı Antoine Henri Becquerel uranyum cevherinden gözle görülmeyen, yüksek enerjili bir yayınım olduğunu keşfetmişti. Bundan kısa bir süre sonra ise karı koca birlikte bir ekip oluşturan Pierre ve

Marie (evlenmeden önce Sklodowska) Curie, daha önce keşfedilmemiş olan ve *radyum* ve *polonyum* adını verdikleri iki elementten benzeri bir yayınım olduğunu keşfedeceklerdi.

Bütün belirtiler bu yayınımların *kendiliğinden* gerçekleşen olaylar olduğunu gösterdiğinden -yani bunları meydana çıkarmak için kimse bir şey yapmamıştı- bilim sanki bedava bir enerji kaynağıyla karşılaşmıştı. Bu keşif ayrıca, karşıtlarınca kuşatılmış Darwincilere yeni bir güç vermiş gibi de görünüyordu.

Topraktaki bu yeni bulunan elementlerden yayılan ısıyı da dikkate alarak bilim adamları, Dünya'nın hangi hızda soğuduğuna ilişkin hesaplarını yeniden gözden geçirdiler. Büyük ölçüde tahmine dayalı olmakla birlikte, bilim adamlarının vardıkları sonuçların bazıları gezegenimizin, doğal seçilimin yaşamı biçimlendirmesine yetecek kadar uzunca bir süre, yaşama elverişli bir dönem geçirmiş *olabileceğini* gösteriyordu.

Bir diğer önemli konu ise, üç yıl önce, 1897 yılında, İngiliz bilim adamı Joseph John Thomson'ın atomdan da küçük bir parçacığı keşfetmesiyle çözüme kavuşmuştu: *Elektron* adı verilen bu parçacığın Faraday'ın elektromanyetik kuvvetinin uzun zamandan beri aranan kaynağı olduğu ortaya çıktı; bilim adamları, bu atomaltı parçacığın, uranyum, radyum ve polonyumdan serbestçe yayılan akıl sır ermez yayınımı açıklamaya da yardımcı olacağını umut ediyorlardı.

Yüzyılın başlangıcında yaptığı bir konuşmada İrlandalı bilim adamı William Thomson, doğayı bu kadar mükemmel bir şekilde açıklayabilecek seviyeye geldiği için bilimi kutluyordu. Artık geriye yalnızca, elde edilmiş sonuçlara birkaç hane daha ekleyip, bu sonuçları daha da kesinleştirmekten başka bir uğraşı gerektirmeyen bir tür son rötuş işlemi kaldığını gururla ifade ediyordu.

Ancak Thomson, Eski Yunanlıların beşinci elementi olan ve gökleri oluşturan temel madde olduğu düşünülen "esir"in henüz çözülmemiş gizeminden söz etmemişti. Dahası, bilimin ufkunda Albert Einstein adında küçük bir kara bulutun kendini belli belirsiz gösterdiğinden de habersizdi; bu bulut tam beş yıl sonra,

Thomson'ın güzel havaları müjdeleyen konuşmasının üzerine sağanak gibi boşalacak ve bilimin oldukça yetersiz Evren tanımını silip süpürecekti.

Vidi

Işık, insan yaşamının vazgeçilmez bir unsurudur; beynin en büyük kısmı sadece görsel bilgilerin yorumlanmasına ayrılmıştır. Psikologların tahminlerine göre, bildiğimiz şeylerin yüzde 60'ından fazlası gördüklerimizin doğrudan bir sonucudur; bir başka deyişle, ışık olmasaydı, şimdikinden yüzde 60 daha az bilgili olurduk ki, bu durumda Karanlık Çağlar olarak adlandırılan dönemdeki halimize geri dönmüş olurduk.

Gözlerimizle öğrendiğimiz şeylerin büyük bir bölümü, gerçeğin en somut iki biçimi olan *uzay* ve *madde* ile ilgilidir. Sadece teleskop ve mikroskoplarla bakarak bile Evren'in büyüklüğünü ve ne tür maddeler içerdiğini bilebiliriz.

Diğer duyularımızla da ayrıntıları tamamlayabiliriz. Bu nedenle sonuçta, görüntülerini, seslerini, dokularını, tatlarını ve kokularını titizlikle ve sistemli bir şekilde kaydederek doğayla ilgili pek çok şeyi öğrenebiliriz.

Ancak biz *Homo sapiens*'ler, Evren'in en *soyut* iki olgusu olan *zamanı* ve *enerjiyi* beş duyumuzu kullansak bile kavrayamayız. Uzay ve maddenin tersine *zaman* ve *enerji* ne görülebilir ne de algılanabilir; gerçekten de bunların fark edilmesi sadece uzay ve madde üzerindeki etkileri aracılığıyla mümkün olabilir.

Sözgelimi, zaman geçtikçe uzayda yer kaplayan şeyler şekil değiştirme eğilimindedir -yavaşça hava kaçıran bir balonun sönmesi gibi- ve canlı şeyler ise yaşlanır. Zamana bağlı bu olayları gözlemleyerek zamanın kendisinin neye benzemesi gerektiğini *çıkarabiliriz.*

Aynı şey enerji için de geçerlidir. Enerji, çok çeşitli yollarla, örneğin bir patlamayla uzayı ve maddeyi değiştirme gücüne sahiptir; bu değişiklikleri gözlemleyerek, enerjinin neye benzemesi gerektiğini sezgisel bir şekilde anlayabiliriz.

19. yüzyılın sonlarına kadar bilim adamları, zamanı ve enerjiyi, uzaydan ve maddeden bağımsız olarak asla algılayamayacağımıza inanıyorlardı. Deyim yerindeyse, *salt* enerji ve *salt* zaman'ın tıpkı, salt kişilik -yani, bir kişiden bağımsız bir kişilik!- gibi algılanması olanaksız bir şey olduğu düşünülüyordu.

Ancak ne şaşırtıcıdır ki, duyularımızdaki ciddi sınırlamalara karşın filozoflar, bu dört olgunun davranışlarıyla ilgili çok iyi tahminlerde bulunmuşlardı. Gerçekten de, Einstein'ın doğduğu güne kadar bilim adamları uzay, zaman, madde ve enerjiyle ifade edilen tutarlı bir Evren teorisi oluşturmuşlardı.

Birbirlerinin karşıtı olsalar da, uzay ve zaman en azından çok önemli bir özelliği paylaşır gibiydiler; yani herkes tarafından her yerde tamamen aynı biçimde hesaplandıkları için her ikisi de mutlaktı. Bir insanın bir santimetresi, bir başkasının bir santimetresine eşitti; bir kimsenin bir saniyesi, bir başkasının bir saniyesine eşitti.

Bu Evren teorisine göre, insanlar uzayda yer kaplayan herhangi bir şeyin uzunluğu, genişliği veya derinliği ya da zamanla sınırlı bir şeyin süresi konusunda asla anlaşmazlığa düşmeyeceklerdi. Bu açıdan, 19. yüzyıl biliminin mutlak uzay ve mutlak zaman kavramları, doğruluğu ya da yanlışlığı konusunda herkesin fikir birliği içinde olduğu evrensel ahlak kurallarını andırıyordu.

Bu katı ahlak kuralı aynı zamanda, herkesçe bilinen aşağıdaki denklemle tanımlanan hızı da içeriyordu:

HIZ = ALINAN YOL ÷ GEÇEN ZAMAN

Bir istasyonda yan yana durmakta olan iki trendeki yolcuların aklı, trenlerden bir tanesinin yavaşça ve düzgün bir şekilde hareket etmeye başlamasıyla birdenbire karışabilir. Pencerelerden birbirlerine bakan yolcular, oturdukları koltuk sallanmadığı sürece, gerçekte hangi trenin harekete geçmiş olduğunu anlamayabilirler.

Bu bir anlık şaşkınlığa rağmen bilim, yolcuların kısa bir süre sonra hangi trenin gerçekten hareket ettiğini ve hangisinin durmaya devam ettiğini anlayacağına inanıyordu -ufacık bir duyumsal ipucu (örneğin koltuğa doğru itilme hissi) ya da birtakım deneyler (örneğin trenin tabanındaki bilyelerin hareketini izlemek) yoluyla hangisinin hareket ettiğinin anlaşılabileceği düşünülüyordu.

İlke olarak, bir trenin hareketi, diğerinin hareketinden *mutlak olarak ayırt edilebilirdi.* Bir başka deyişle, hızların tespit edilmesi söz konusu olduğunda, herhangi bir anlaşmazlık çıkması imkânsızdı. Uzay ve zaman gibi, *hızın* da göreli değil, mutlak olduğuna inanılıyordu.

Hızın mutlak oluşu, uzaya doğru hızla yol alan *Starlight Express* adlı bir uzay gemisi hayal edilerek anlaşılabilir. *Starlight Express*'i izleyen üç turist olduğunu düşünelim; bunlardan birincisi kendi uzay gemisiyle saniyede bir metrelik bir hızla *Starlight Express*'e *doğru;* diğeri ise kendi gemisiyle yine aynı hızla *Starlight Express*'ten *öteye* hareket etsin. Bu arada üçüncüsü ise, yakınlardaki hareketsiz bir uzay istasyonunun penceresinden rahat rahat çevreyi izlesin.

Uzay istasyonundaki turiste göre *Starlight Express*'in hızı, varsayalım ki, saniyede 100 metre olsun. Bu nedenle, saniyede bir metrelik hızla *Express*'e *doğru* hareket eden turiste göre *Express*'in hızı saniyede 101 metre olacaktır (uzay gemisinin hızı *artı* turistin kendi hızı). *Express*'ten *öteye* hareket eden turiste göreyse, *Express*'in hızı saniyede 99 metre olacaktır (uzay gemisinin hızı *eksi* turistin kendi hızı).

Uzayın ve zamanın mutlak olduğuna ilişkin bilimsel inanışa göre, anlaşmazlıklar duyu yanılgılarından kaynaklanıyordu. *Express*'e göre kendi farklı hareketlerini hesaba kattıklarında uzay gemisinin hızı konusunda üçü de aynı sonuca varıyordu; yani, sonuçta üçü de *Express*'in hızının mutlak olarak saniyede 100 metre olduğu konusunda birleşiyorlardı.

Herhangi bir cismin ya da olgunun hızı hesaplanırken de aynı düşünce tarzının geçerli olduğu düşünülüyordu. Eğer üç tu-

ristimiz uzay gemisi yerine bir yıldızın ışığını izliyor olsaydı, yine aynı sonuca varacaklardı: Birbirinden birazcık farklı hızlar ölçecekler, ancak kendi hızlarını da hesaba katınca, ışığın saniyede 300 milyon metre hızla ilerlediği konusunda hemfikir olacaklardı.

Diğer karşıt çiftimiz madde ve enerjinin de en azından bir ortak özelliği olduğu görülüyordu; her ikisi de yok edilemezdi; her ikisinin de, "Madde yaratılamaz veya yok edilemez, dolayısıyla Evren'in toplam ağırlığı daima aynıdır; benzer şekilde enerji de yaratılamaz veya yok edilemez, dolayısıyla Evren'in toplam enerjisi de daima aynıdır." biçiminde ifade edilen korunum yasalarına uyduğu görülüyordu.

Bir kütüğün yandıktan sonra geride sadece küller bıraktığı düşünüldüğünde madde yok edilmiş gibi görünebiliyordu. Oysa bilim adamları, böyle durumlarda maddenin yok olmayıp, sadece dönüştüğüne inanıyorlardı; yani, ateş bir kütüğü selülozdan karbona ve bol miktarda dumanlı gaza dönüştürüyordu; ancak sonuçta yanmış maddelerin toplam ağırlığı, kütüğün başlangıçtaki ağırlığına eşitti.

Aynı şey enerji için de geçerliydi. Tıpkı çeşitli para türlerinin olması gibi, enerjinin de çeşitli türleri -ısıl, akustik, kinetik gibivardı. Tıpkı bir beş senti, beş adet bir sentle değiştirmek gibi, doğada da bir enerji türü eşit miktardaki başka bir enerji türüyle değiştirilebiliyordu.

Örneğin, kinetik enerji *hareketin* enerjisiydi. Matematiğin kısa diliyle bu, şu şekilde yazılabiliyordu:

$$\text{KİNETİK ENERJİ} = m \times \frac{1}{2} v^2$$

Burada *m* hareket eden cismin kütlesini ve *v* de cismin hızını simgeliyordu.

Yavaş hareket eden hafif cisimlerin, örneğin bir nehir boyunca ilerleyen bir şişe mantarının, kinetik enerjisi azdı; bunun tersine, kütlesi büyük ve hızlı hareket eden cisimlerin, örneğin bir

dağın yamacından hızla yuvarlanan bir kayanın ise kinetik enerjisi fazlaydı.

Bu büyük kaya yolu üzerindeki bir ağaca çarptığında, kinetik enerjisinin bir bölümü (ağacın devrilmesine yol açan) mekanik enerjiye, diğer bir bölümü de (büyük bir çarpma sesi çıkaran) akustik enerjiye dönüşecekti. Kaya geriye kalan küçük kinetik enerjisiyle dağ yamacından aşağıya doğru daha yavaş bir şekilde yuvarlanmaya devam edecekti. Peki sonunda ne olacaktı? Sonunda, mekanik, akustik ve geriye kalan küçük miktardaki kinetik enerjinin toplamı kayanın başlangıçtaki kinetik enerjisine eşit olacaktı.

İyi düzenlenmiş bu Evren teorisine ulaştıktan sonra bilim adamlarını, ışığın bu teoride nereye oturtulması gerektiğine karar vermek gibi zor bir iş bekliyordu. Işığın temelde başka her şeyden çok farklı davranması nedeniyle bu, bilim adamlarının aklını çoktan beri karıştıran bir sorundu.

Işık, normal doğa yasaları onun için geçerli değilmişçesine, bir yerden başka bir yere *anında* gidebilme yeteneğine sahip görünüyordu. Daha da ilginci, ışığın davranışı kesinlikle hayaletlerin davranışlarını andırıyordu; cam benzeri katı maddelerin içinden zarar görmeden geçebiliyordu.

Aristoteles'ten Newton'a kadar, doğa felsefecileri binlerce yıl ışığın çok küçük parçacıklardan oluştuğu düşüncesini savunmuşlardı. Çok sayıda mikroskobik ateş böceğine benzeyen bu ışık parçacıklarının, gözle görülür cisimler tarafından yayıldığını ya da yansıtıldığını ve gözlerimize girdiğini düşünüyorlardı; cisimleri bu şekilde gördüğümüz varsayılıyordu.

Bu çok küçük ışık beneklerinin cin gibi hareket ederek bir anda başka bir yerde görünebildikleri ve saydam katılardan geçerken zorlanmadıkları düşünülüyordu. Dahası Newton, çeşitli büyüklükteki bu ışık zerrelerinin gözlerimizi büyüklüklerine ve karışımlarına göre değişik şekilde etkilediğini söylemişti -yani, bu zerrelerin en büyükleri, en güçlü renkler olan kırmızı ve sarıyla, en küçükleri ise zayıf renkler olan mavi ve morla ilişkiliydi.

Bu düşünce, arkasında Newton gibi çok ünlü bir bilim adamının bulunması nedeniyle çok ciddiye alınmıştı. Ancak 13 Haziran 1773 tarihinde Londra'da, bu saygın teoriye şüphe gölgesi düşürecek biri dünyaya geldi.

Albert Einstein'dan yüzyılı aşkın bir süre önce yaşamış olan Thomas Young adlı bu kişi, tıpkı Einstein gibi doğa ile ilgili doğaüstü bir merakın esiri olmuştu. Dahası, her ikisi de sözünü esirgememesi yüzünden toplum dışına itilmişti ve kaderlerinde yaşadıkları dönemdeki bilimsel kurumlarla savaşmak vardı.

Ne tuhaftır ki, küçük bir çocuk olarak Young, Einstein'dan çok farklıydı. Hızlı konuşuyor, hızlı okuyor ve hızlı öğreniyordu. Örneğin, on altı yaşına geldiğinde dokuz dil öğrenmişti. Bunlardan bir tanesi de matematikti.

Amatör bir bilim adamı olan Young aynı zamanda tıp doktoru olmak için de çalışmalarını sürdürüyordu. Yirmi altı yaşındayken ışığın parçacıklardan değil, dalgalardan oluştuğunu ve renklerinin de farklı titreşim frekanslarından kaynaklandığını ileri sürme cesaretini göstermişti.

En gevşek şekilde bükülmüş dalgalar -şekilleri hafifçe yuvarlak bir kırışıklığı andıran dalgalar- gözün kırmızı görmesine neden oluyordu. Diğer yandan, bir oluklu mukavvadaki gibi çok sık bir şekilde bükülmüş kıvrımları andıran dalgalar ise, gözlerimizde mor renk izlenimi yaratıyordu.

Young, ışık dalgalarını bir havuzdaki su dalgalarına benzetiyordu. İki su dalgası karşılaştığında, çarpışmak yerine, tıpkı ışık dalgalarında olduğu gibi, hayaletlerin davranışına benzer bir biçimde birbirlerinin içinde geçebiliyordu. Young, bu gerçeğin tek başına Newton'un parçacık teorisine inanmamak için yeterli bir sebep olduğunu anlamıştı.

Düşüncelerini doğrular görünen bazı deneylerinin ardından Young, 1799'da fikirlerini yayımlamaya karar verdi. Konuyu bilim dünyasının merkezine, Londra Kraliyet Derneği'ne taşıyacaktı; Isaac Newton'u en ünlü üyelerinden biri olarak gören bu kurum İngiliz biliminin *kutsal mabediydi.*

Ancak ne Newton ne de ruhu, başkaldırı niteliğinde bir girişimde bulunan Young'ı derneğin o gün orada bulunan üyeleri kadar ürkütememişti. Bunlardan biri olan Henry Brougham özellikle otoriter biriydi. Young'ın önerdiği dalga teorisinin en ufak bir değerinin olmadığını belirterek şöyle diyordu: "Bu nedenle, içinde en ufak bir bilgi, zekâ ve yaratıcılık kırıntısına rastlayamadığımız bu teoriyi dikkate almıyoruz."

Bu, Dr. Young'un seçkin kariyerinde yediği ilk tokat olmuştu. Gururu kırılmasına karşın Young yine de yılmayacaktı.

İzleyen yıllarda diller ile ilgili çalışmalarına geri döndü ve pek çok şey başardı. Hatta bir ara, Mısır'ın kuzeyinde 1799 yılında yapılan kazılarda gün ışığına çıkarılan Rosetta Taşı adındaki bazalt tabletin üzerindeki hiyeroglif yazıların çözülmesine yardımcı olarak bir tür Indiana Jones bile olacaktı.

Bir sonraki yüzyılın başlarında parçacık teorisinin aleyhindeki kanıtların artmasıyla birlikte, gittikçe daha fazla sayıda bilim adamı ışığın dalga teorisini benimsemeye başlamıştı. Bazıları Young'ın bundaki payından söz etmeyi unutmasa da unutanlar çoğunluktaydı: Yine de, 10 Mayıs 1829'da hayata gözlerini yumduğunda Young, daha önceki küçük düşürülüşünün öcünün en sonunda alınmış olduğunu görmenin huzuru içindeydi.

Ayrıca, 1864 yılında, dalga teorisine inandırıcı yeni bir halka daha eklendi: Elektrik ve manyetizma denklemleriyle oynayıp dururken İskoçyalı fizikçi James Clerk Maxwell, bunların, baş döndürücü bir hızla -kabaca saniyede 300 milyon metrelik bir hızla- ilerleyen *elektromanyetik dalgaların* varlığını öngördüğünü keşfetmişti.

Ne büyük bir rastlantıydı ki, bu hız ışığın hızına eşitti. Maxwell, hemen oracıkta kendi soyut elektromanyetik dalgalarının, Young'ın ışık dalgalarıyla aynı şey olduğu sonucuna vardı.

Maxwell'in hesapları, Alman fizikçi Heinrich Hertz'in elektromanyetik dalgaları üretmek amacıyla dev bir kıvılcım üretecini kullandığı 1888 yılında doğrulandı. Kutsal Kitap'a göre, ışığı yoktan ilk var eden Tanrı olmuştur; şimdi de Hertz bunu başarmıştı.

19. yüzyılın geri kalan bölümünde Young ve Maxwell'in elektromanyetik ışık dalgası teorisi hâkimiyetini hissettirmişti. Bu teori, ışığın o güne kadar karşılaşılan şaşırtıcı davranışlarıyla ilgili pek çok soruyu yanıtlamışsa da, aynı zamanda yeni bir gizemi de beraberinde getirmişti: Bu gizemli dalgalar uzayın sonsuz boşluğunda nasıl hareket edebiliyorlardı? Bunu başardıkları kesindi, aksi halde yıldızların ışığı dünyaya kadar ulaşamazdı.

Oysa ses dalgaları bunu yapamıyordu. Çok bilinen bir deneyde, ters çevrilmiş bir cam kavanozun içine konulan saatin sesi yine de duyulabiliyordu. Ancak kavanozun içindeki hava boşaltıldığında saatin sesi kesiliyordu. Saatten çıkan ses dalgaları, çevresindeki boşluğu geçemiyordu.

Kısacası, dalgalar içerisinde hareket edebilmek için bir tür maddi ortama gereksinim duyuyordu. Ses dalgaları havada, okyanus dalgaları suda, kilim dalgaları kilimde ilerliyordu. Peki öyleyse, ışık dalgalarının -elektromanyetik dalgaların- uzay boşluğunda yol almaları nasıl mümkün oluyordu?

Bilim adamları, ışık dalgalarının *esir* adını verdikleri kolayca saptanamayan, görünmez, her tarafa yayılmış bir tür madde içinde hareket ettiğini düşündüler. Bu esir kokusuz, renksiz ve yoğunluksuz olacaktı ama diğer yandan da ışık dalgalarının bir yerden başka bir yere aktarılmasına olanak sağlayacaktı. Oh ne iyi!

1881 yılında Amerikalı fizikçi Albert Michelson ve İngiliz fizikçi Edward Morley, saptanması olanaksız görünen esiri saptayabilme umuduyla olağanüstü bir dizi deneye başladılar. Deneyler tek bir düşünceye dayanıyordu: Dünya, Güneş'in etrafında saniyede 30.000 metre gibi bir hızla döndüğünden, bu görünmez madde gerçekten varsa bu dönüşün, tıpkı bir geminin yol alırken arkasında iz bırakması gibi, esir üzerinde ölçülebilir bir iz yaratması beklenirdi.

Michelson ve Morley ışığın hızını iki farklı yönde -biri esirdeki iz *boyunca*, diğeri de ona *dik* yönde olacak şekilde- karşı-

laştırmayı düşündüler. Bir başka deyişle, Dünya'nın yörüngesinin yönü *boyunca* hareket eden bir ışık ışınıyla, buna *dik* yönde hareket eden ikinci bir ışık ışınını karşılaştıracaklardı.

Bu, bir uçağın iki farklı yöndeki hızını gözlemleyerek görünmez bir hava akımını -örneğin çok yükseklerde doğuya doğru çok hızlı hareket eden bir hava akımı olan jet akıntısını- saptamaya kalkışmak gibi bir şeydi. Batıdan doğuya doğru uçan bir uçak için jet akıntısı arkadan gelen bir rüzgâr etkisi yaratıyor ve dolayısıyla uçağın ileri doğru hızını ölçülebilir derecede *artırıyordu*. Kuzeyden güneye doğru uçan bir uçak için ise, jet akıntısı yan rüzgâr etkisi yaratıyor ve uçağın rotasını doğuya doğru saptırıyordu. Ancak uçağın ileri yöndeki hızı ölçülebilir derecede *değişmiyordu*.

Michelson ve Morley aynı mantığı söz konusu iki ışık ışınına da uygulayarak, bir ışının diğerinden daha hızlı gitmesi halinde bir esir izinin -esirsel bir jet akıntısının- bulunduğunu anlayacaklardı. Bu hız farklılığının başka ne gibi bir açıklaması olabilirdi ki?

Hava akımlarından etkilenmemesi için Michelson ve Morley, ışık kaynaklarını ve gösterişli hızölçerlerini sıkıca kapatılmış ve havası alınmış bir bölmenin içine yerleştirmişlerdi. Bilim adamları, ne tuhaftır ki, bir kabın içindeki hava tamamen boşaltılmış olsa bile, içinde hâlâ her şeyi bilen görünmez esirin bulunacağına inanıyorlardı; esir asla yok edilemezdi. Sonuç olarak bu iki bilim adamı, aletlerinin yalnızca, Dünya'nın Güneş çevresindeki dönüşü yüzünden havası alınmış bölme içinde meydana gelen esirsel izden etkilenebileceğini düşünüyorlardı.

Gerekli hazırlıkların tümünü yaptıktan sonra aletlerini çalıştıran Michelson ile Morley açısından sonuç dışında her şey yolunda gitti. Hızölçerin iki ışık ışınının hızları arasında kesinlikle hiçbir farklılık saptamadığını gören iki bilim adamı, büyük bir şaşkınlık yaşayacaktı.

Deney çok ince ayrıntılarla doluydu, ne var ki aletleri de aynı biçimide hassastı. Bu nedenle iki bilim adamı bazı ayarlama-

lardan sonra bir deneme daha yaptı. Ancak değişen bir şey yoktu: Boşlukta ışığın hızının her iki yönde kesinlikle aynı olduğu görülüyordu!

Michelson ve Morley sonraki *yirmi yıl* boyunca, esiri saptamak için tekrar tekrar girişimde bulundular. Gece gündüz çalıştılar ve yılın her mevsiminde denemeler yaptılar; aletlerinin ayarlarıyla oynadılar ve ışık ışınlarını hemen her yönde gönderdiler. Ancak, ışığın boşluktaki hızı daima, ama daima aynı çıkıyordu -saniyede 300 milyon metre. Esirin izini saptamaya yönelik tarihin bu en olağanüstü girişimi, esir kavramının sonu olmuş gibi görünüyordu.

Elde edilen bu olumsuz sonuçların yol açtığı gizem, bilim adamlarını ilk başladıkları noktaya geri döndürdü: Işık, dalgalardan oluşuyorsa ve esir diye bir şey yoksa, o zaman ışık nasıl oluyor da boşlukta hareket edebiliyordu? Buna göre, ya doğanın bilinen yasalarında bir çatlak vardı ya da ışığın dalga teorisini bir kenara bırakmak gerekiyordu.

İnsanı ürküten bu iki olasılığın herhangi birini doğrulamak yerine 19. yüzyıl bilim dünyası içgüdüsel olarak üzerine titrediği uzay, zaman, madde ve enerji kavramlarına geri döndü. Bilim adamları işte bu noktada, sorunu çözmenin bir yolunu bulacaklarını kendilerinden emin bir şekilde ilan edeceklerdi; ancak sorunu çözmek yerine hızın mutlak olduğuna ilişkin inançlarını sorgulayan iki açmazı daha gün ışığına çıkaracaklardı.

19. yüzyılda Michael Faraday, bir telin yakınındaki hareketli bir mıknatısın tel üzerinde elektriğin akmasına yol açabildiğini kanıtlamıştı; ne ilginçtir ki, bu basit keşif ve Edison'un bütün dünyadaki ev ve şehirlerin aydınlanmasını sağlayan ampulleri sayesinde herkesin gözdesi olan Elektrik Çağı başlamıştı.

Bilim adamları, Faraday'ın senaryosunda mıknatıs yerine *telin* hareket ettirilmesi durumunda ne olacağı sorusunun cevabını merak ediyordu. Bu durumda da yine bir elektrik akımı oluşacak mıydı? Bu sorunun cevabının evet olduğunu keşfedeceklerdi; yapılan sayısız deney her iki yolla da elektriğin üretilebi-

leceğini göstermişti. Bir başka deyişle, tel ve mıknatıs birbirine *göre* hareket halinde olduğu sürece, bu sihirli etki kendini daima gösteriyordu.

Hareket eden mıknatıs ve tellerin adım adım belgelenen bu davranışları, hareketin göreli değil *mutlak* olduğuna ilişkin köklü inanca doğrudan doğruya bir tezat oluşturduğu için, bilim açısından bir sorun yaratıyordu. Bu inanca göre, mıknatısın hareket etmesiyle telin hareket etmesi arasında dünya kadar fark vardı: Elektrik yalnızca mıknatısın tele göre hareket etmesi halinde üretilmeliydi; telin mıknatısa göre hareket etmesi halinde ise kesinlikle hiçbir şey olmamalıydı.

Fransız filozof Armand Fizeau'nun, kendileri de tümüyle hareket halinde olan birkaç varsayımsal gözlemciye, ışığın aynı hızla yol alıyormuş gibi görüneceğini keşfettiği 1851 yılından beri bilinen ikinci bir açmaz daha vardı. Olması beklenen şey bu *değildi*.

Örneğin, genel kabul gören *Starlight Express* senaryosunda, yıldızlardan gelen ışık farklı turistler için *farklı* hızlarda hareket ediyormuş gibi görünüyordu. Bu turistler ancak kendi hareketlerini hesaba kattıktan sonra ışığın hızı konusunda tam bir anlaşmaya varabiliyorlardı. "Sonu iyi biten her şey iyidir." atasözünde olduğu gibi, her şey yolundaydı.

Fizeau'nun şaşırtıcı deneyinde ise bunun tam tersi bir durum söz konusuydu. Işığın hızı konusunda turistler daha başlangıçta, hatta kendi düzeltmelerini yapmadan önce hemfikirdiler. Bu ise daha sonradan fikir ayrılığına düştükleri anlamına geliyordu. Yani, gelinen bu noktada bilim çözüm bulamadığı fikir ayrılıklarıyla karşı karşıya kalmıştı.

Michelson-Morley, Faraday ve Fizeau'nun akılları karıştıran bu deneyleri, bilimin hız kavramında bir şeylerin eksik olduğunu ima ediyordu; hızın "uzaklık bölü zaman" dan başka bir şey olmadığı düşünüldüğünde, bu deneyler bilimin uzaklık ve zaman kavramlarında da bir terslik olması ihtimalini akla getiriyordu.

Bir başka deyişle, bu deneysel sonuçlar geleneksel bilimi temelden sarsacak güce sahipti; yine de, 20. yüzyıla girildiğinde bilim adamları bunları kolayca çözülebilecek ufak aksaklıklar olarak görmeyi yeğlediler. Ancak tümüyle yanılıyorlardı ve Albert Einstein adındaki kendine güveni tam, işsiz biri bunu kanıtlamak üzereydi.

Vici

1902 yılının yazında, Einstein için işler düzelmeye başlamıştı. Eski sınıf arkadaşı Marcel Grossmann, Bern'deki İsviçre Patent Bürosu'nda 3. Sınıf Teknik Uzman olarak işe girmesi konusunda yardımcı olmuştu; Einstein bu yeni görevinde insanların icatlarının önemini saptamaktan sorumlu olacaktı.

Çok cazip bir iş olmamakla birlikte Einstein'a, bazı şeylerin nasıl çalıştığını anlamak yönünde içinde bir istek uyandırmış olan mucit amcası Jakob'u hatırlatıyordu. En iyi yanı ise, işten çıktıktan sonra akşamları kendi ifadesiyle "fizikle ilgili düşünme fırsatı" olmasıydı.

Basit bir pusulanın davranışından çok etkilendiği beş yaşından bu yana Einstein epeyce bir yol kat etmişti. Son günlerde, manyetizma ve onun yakın arkadaşı olan elektrik hakkında derin derin ve eleştirel olarak düşünmeye başlamıştı.

Diğer bilim adamları gibi, Faraday'ın elektromanyetik deneyindeki *görelilik* ile bilimin hareketle ilgili görüşlerindeki *mutlaklık* arasındaki o uğursuz çelişkiden Einstein da rahatsızlık duyuyordu. "Burada gözlenen olay, sadece iletken ile mıknatısın birbirine göre olan hareketine bağlıdır, oysa geleneksel bakış açısı bu iki hareketi birbirinden kesinlikle ayırıyor." diye yazıyordu Einstein kül yutmaz bir edayla.

Bilim dünyasındakilerin tersine, toplumun dışladığı genç Einstein bu problemi göz ardı etmeye niyetli görünmüyordu. Dahası, bilimin mutlak harekete olan inancının, uzay ve zamanın mutlak olduğu şeklindeki köklü inançtan kaynaklandığını fark etmişti; sonuç olarak, sorun sadece elektromanyetikle ilgili

yapılan bazı deneyler değildi; bilimin Evren tanımlamasının özünde de sorunlar vardı.

Einstein bu konu üzerinde ne kadar çok düşünürse, bu belirgin çelişkinin bir şekilde başka bir gizemli çelişkiyle -yani, Michelson ve Morley'in güya var olan esiri saptayamamış olmasıyla- bağlantılı olduğu sonucuna da o kadar yaklaşıyordu. Dahası, her iki çelişkinin de, bir elektromanyetik dalga olan ışık dalgasını yakalamaya ilişkin çocukluk fantezisiyle bağlantılı olduğunu sezinliyordu.

Bir başka deyişle, bilimin, "Doğa niçin göreli bir şekilde davranıyor?" ve "Işık dalgaları boşlukta hareket etmeyi nasıl başarabiliyor?" biçimindeki iki yanıtsız sorusunun "Neye benzediğini görmek için bir ışık dalgasını yakalamak mümkün mü?" gibi çocukça ve acayip görünen bir soruyla bağlantılı olduğuna inanmaya başlamıştı. İşin sırrı bunun ne tür bir bağlantı olduğunu bulmakta yatıyordu.

Vasat bir patent görevlisi olan Einstein, her gün işten sonra dikkatini sadece bu konuyu veriyordu. Ara vermek istediğinde ise, bir dedektif gibi çalışan genç Einstein, kendilerine "Olympos Akademisi" adını veren arkadaş grubuyla buluşup, gecenin geç saatlerine kadar ışığın fiziği hakkında tartışarak fikir alışverişinde bulunduğu Café Bollwerk'e gidiyordu.

Bu süre içinde Einstein'ın bilim dışındaki tek saplantısı Mileva Marić'le arasındaki aşk ilişkisiydi. Mileva ve Einstein'ın Ocak 1902'de, gizlice evlatlık verdikleri, Lieserl adında evlilik dışı bir kızları olmuştu. Dünya bu kaçamaktan ancak 1986 yılında haberdar olacaktı -ve bunu da Lieserl'in kendi ağzından hiç duymayacaktı.

6 Ocak 1903 tarihinde Einstein ile Marić nihayet evlenmişlerdi. Ağustos ayında bir kez daha hamile kalan genç kadın, Einstein'ın, yetersiz memur maaşıyla bir çocuğa bakmak zorunda kalma düşüncesinden rahatsız olacağından endişe ediyordu. Einstein ise eşine cevaben yazdığı bir notta, sevgilisinin dünyaya yeni bir çocuk getirecek olmasından en ufak bir

kızgınlık duymadığını, tam tersine çok mutlu olduğunu belirtecekti.

Ne yazık ki, iki erkek çocuk sahibi olmalarına karşın evlilikleri fazla uzun sürmeyecekti, zira Einstein bütün enerjisini ailesine değil, bir bilimsel devrim yaratmaya harcayacaktı. Gerçekten de, 1904 yılına gelindiğinde, fiziksel evren anlayışımızı sil baştan biçimlendirmeye hazırdı. Ve bunu yapmak için her zamankinden fazla can atıyordu.

Başlangıç olarak Einstein, Faraday'ın elektromanyetik olgusunun göreli davranışına uygunluğu sağlamak için, mutlak uzay ve mutlak zaman kavramlarını kaldırıp attı. Kendi evreninde bu nicelikler göreli olacaktı; yani, insanların uzaklığı ve zamanı tamamen aynı değerlerde hesaplamaları *gerekmeyecekti*.

Bir başka deyişle, bu yeni teoriye göre, uzayda yer kaplayan şeylerin uzunluğu, genişliği veya derinliği konusunda ya da zamanla sınırlı şeylerin süresi konusunda her zaman aynı fikirde olmak zorunda kalınmayacaktı. Bu bakımdan, Einstein'ın hayali evreninin göreli uzay ve zaman kavramları öznel kurallara benziyordu: Herkesin, gördüğü şeyle ilgili olarak kendine özgü farklı bir fikri vardı ve bu görüş ayrılıklarını çözmenin bilimsel bir yolu kesinlikle yoktu.

Dehşet içinde kalan Einstein, bu tür düşüncelerin kendisini nereye doğru götürdüğünü anlayabilmek için bu noktada bir an duraksadı. Evren'in bu kadar kargaşa dolu bir yapıya sahip olduğunu düşünmek -ya da bir salon dolusu sanat eleştirmeni kadar nesnellikten uzak olduğunu düşünmek- onu rahatsız etmişti; hayalinde canlandırdığı bu farklı fikirler kaosunu mantıklı bir düzene oturtacak yasaların mutlaka olması gerektiğini düşündü.

Bu tür yasaları aramak için çalışmaya başlayan Einstein, sonunda bulacaktı. O kadar yerin arasında, aradığı yasaları Fizeau'nun deneyinde yakalamayı başarmıştı. Fizeau'nun deneyinin şaşırtıcı sonuçlarına göre, farklı hızlarda hareket eden insanlar için ışığın hızı aynıydı. İnsanlar, gördükleri şeyden ken-

di hızlarını çıkardıktan ya da ekledikten *sonra* ışığın gerçek hızı konusunda anlaşmazlığa düşüyorlardı.

Bu durum, kolunu büktüğü zaman ağrıdığından doktoruna yakınan hastayla ilgili eski bir fıkrayı akla getiriyordu. Hazırcevap doktor da bunun üzerine "O zaman siz de kolunuzu bükmeyin!" tavsiyesinde bulunmuş. Benzer şekilde, Fizeau problemini halletmek için Einstein, birbirleriyle tartışan gözlemcilere eski mutlak uzay ve zaman kavramlarını kullanmamaları önerisinde bulunmaya karar vermişti.

Yeni kurallar, Fizeau'nun deneyinin de gösterdiği gibi, ışığın hızının *herkes için her yerde* aynı olacağı düşüncesine dayanacaktı. Bu nedenle, uzayın ve zamanın göreli olduğu bir evren biçimlendirmekle birlikte, gerçekte Einstein'ın yaptığı bir mutlaklık kavramınının yerine başka bir mutlaklık kavramını koymaktı.

Işığın hızının değişmesi imkânsız sabitliğini mutlak bir gerçek olarak ortaya koymak, genç Einstein'a yeni evrenine hâkim olan yeni ve alışılmamış kurallarını yaratma fırsatı vermişti. Sağduyuya ters düştükleri için kabul edilebilmesi bir hayli zor olan bu yeni kuralları anlamak ise nispeten kolaydı.

Einstein'ın evreninde, *Starlight Express*'i veya *herhangi* bir somut olayı izleyen turistlerle ilgili her tür durumda ilke olarak her şey değişiyordu: Turistler, gerçekte kimin hareket ettiği veya kimin durduğuna karar vermek için dahi mutlak bir yönteme sahip olmadıklarından, hızlar konusunda hiçbir zaman anlaşmaya varamayacaklardı.

Genel kabul görmüş bakış açısından en büyük sapma, turistlerin *yıldızlardan gelen ışığı* ya da bir başka deyişle her tür elektromanyetik dalgayı gözlemlemesinde görülmekteydi. Bu durumda turistlerin kendi hareketlerinin sanki hiçbir anlamı yoktu, tıpkı hayali bir ayak değirmeninin üzerinde koştuğu halde yerinde sayıyormuş gibi görünen bir adamınki gibi. Turistlerin kendi hareketleri ne olursa olsun -yani, ayak değirmenlerinin hız göstergeleri ne gösterirse göstersin- yanlarından geçip giden ışık ışınının hızı hep aynı, yani saniyede 300 milyon metreydi.

Einstein ışığın hızıyla ilgili bu gizemli sabitliği görmenin bir başka yolu daha olduğunu fark etti. Sanki turistlerin uzay ve zamanla ilgili algılamaları kendi hareketlerine bağlı olarak, ışığın hızı -ama *sadece* ışığın hızı- daima sabit kalacak biçimde değişikliğe uğruyordu.

Bu yoruma göre, Einstein'ın evreni, şaşırtıcı etkileri evrensel olan kozmik çaplı bir optik yanılmaya dayanıyordu. Bir kimse ne kadar hızlı hareket ederse etsin, bir santimetreyi ve bir saniyeyi algılayışı ışığın hızını daima *aynı* bulmasına yol açacak biçimde *değişiyordu*!

Bu etki, akla Jonathan Swift'in ünlü gezgini Gulliver'i getiriyordu. Eğer Gulliver'in boyu yaptığı garip seyahatler sırasında değişmiş olsaydı -yani Lilliput'tayken *küçülse* ve Brobdingnag'dayken de *büyüseydi*- o zaman etrafındaki hiçbir şeyin ve hiç kimsenin büyüklüğünde bir farklılık bulmayacaktı.

Einstein bu tür düzeltici ayarlamaların matematiksel olarak tek bir *eksiltme çarpanı* cinsinden tanımlanabileceğini büyük bir sevinç içinde görmüştü. Hızını arttıran bir kimsenin bir santimetre ve bir saniye algılamasının, sadece iki niceliğe -hızı *v*'ye ve sabit ışık hızı *c*'ye- bağlı bir çarpan kadar *eksildiğini* keşfetmişti.

Terimlerle ifade edildiğinde, bu çarpan aşağıdaki gibi oldukça ürkütücü bir görünüme bürünüyordu:

$$\text{EINSTEIN'IN EKSİLTME ÇARPANI} = \{1-v^2/c^2\}^{1/2}$$

Bununla beraber bu matematiksel ifade, $\{1-s\}^N$ şeklindeki basit eksiltme çarpanının ayrıntılı bir biçimiydi (Bu, ayrıntıları ne olursa olsun, bir ifadenin basit bir cümle yapısına -özne, nesne ve yüklem- sahip olmasını görmek gibi bir şeydi). Sonuçta Einstein, için yıllar önce öğrendiği yakın bir tahminde bulunma yöntemini kullanarak bu ifadeyi basitleştirmek mümkündü;

EKSİLTME ÇARPANI yaklaşık olarak $1-\frac{1}{2}\ v^2/c^2$ 'ye eşitti.

Diğer bir deyişle, hareketsiz birisi için (v = 0) hiçbir eksilme durumu söz konusu değildi; eksiltme çarpanı hiç azalmadan kalıyordu:

$$1-\frac{1}{2}\ 0^2/c^2 = 1-0 = 1$$

Salyangoz hızıyla ilerleyen -yani v hızı çok küçük olan- birisi için ise, eksiltme çarpanı çok küçük bir miktar, -tıpkı bir şişe parfümün bir kez kullanıldıktan sonra azaldığı kadar azalıyordu:

$$1-\frac{1}{2}\ v^2/c^2 = 1 \text{ - çok küçük bir miktar}$$

Öte yandan, çok hızlı hareket eden birisi için ise, eksiltme çarpanı önemli ölçüde azalıyordu. Kısacası, insanların hareket ettikleri hız arttıkça algıladıkları bir santimetre ve bir saniye de gittikçe kısalıyordu. Ancak, bu gizli düzeltmeler sayesinde farklı hızlarda hareket eden farklı gözlemciler ışığın hızı konusunda her zaman anlaşmaya varabiliyordu.

Bütün bunlar önemli bir soruyu da gündeme getiriyordu: "Einstein böylesine özel bir durum için doğanın neden elektromanyetik dalgaları seçtiğini nasıl açıklayacaktı?" Koskoca Evren'de niçin sadece elektromanyetik dalgaların hızı mutlaktı?

Einstein bu sorunun cevabının, hayali esiri saptamak üzere çalışan Michelson ve Morley ile diğerlerinin tekrar tekrar yaşadıkları başarısızlıklarda bulunması gerektiğine karar vermişti. Pratik düşünen bir genç olan Einstein'a göre, esirin var olduğuna dair herhangi bir *kanıt* yoksa, o zaman esir diye bir şey de yoktu.

Esirin reddi, eğer doğruysa, elektromanyetik dalgaların, herhangi bir fiziksel ortam olmaksızın, tamamen boş olan uzayda kendi başlarına gizemli bir tarzda uzun yollar kat edebildikleri anlamına geliyordu. Bu da onları bilimin gözünde, akla gelebilecek herhangi bir şeye ayrılmaz şekilde bağlı olmayan tek dalga türü haline getiriyordu. Kısacası, Einstein, kendi başlarına

saf, kütlesiz enerji dalgalarını temsil etmeleri nedeniyle bu elektromanyetik dalgaların Evren'de bir eşinin daha bulunmadığı sonucuna varmıştı.

Bu nedenle, bu olağanüstü özelliğiyle ışığın filozofları her zaman çok etkilemiş olması hiç de şaşırtıcı değildi. Bir yıldızdan, alevden ya da Edison'un icadı ampullerden gelen ışığa bakan birisi her zaman saf, cisimsiz enerjiyi görüyordu -bu, bedenden ayrılan bir ruhu görmek kadar inanılmaz bir şeydi.

2000 yıldır şu veya bu biçimlerde gerçek Evren'i bilimsel araştırmalardan gizleyen esir artık bunu yapamayacaktı. Görelilik teorisi ile Einstein, Evren'i esirin sis perdesinden arınmış gözlerle görmüştü; sonuç olarak, bu çok eski temel elementin de, tıpkı *mutlak* uzay ve zaman kavramları gibi modası geçmek üzereydi.

Einstein yeni teorisiyle ilgili olarak düşündükçe, onun sadece uzayı ve zamanı etkilemediğini fark etti. Eksiltme çarpanı, birbiriyle yakından ilişkili bir diğer nicelik çifti olan enerji ve kütle için de geçerliydi -ancak, bu kez tersine bir durum söz konusuydu. Yani, bir kimsenin hızı arttıkça kütlesi ve enerjisi azalmıyor, aksine eksiltme çarpanının *tersi* kadar *artıyordu.*

Başka bir deyişle, hareketsiz haldeki maddelerin normal kütle ve enerjilerinde herhangi bir değişiklik olmuyordu. Ancak, maddeler yavaşça hareket ettiğinde ağırlık ve enerjileri de kendiliğinden *artıyordu.* Cisimler daha da hızlı hareket ettiklerinde ağırlık ve enerjileri de büyük bir hızla artıyordu.

Einstein, cisimlerin ışık kadar hızlı hareket etmesi -yani, *v*'nin *c* 'ye eşit olması halinde ne olacağını merak ediyordu. Böyle bir durumda kendi hassas eksiltme formülünün (yaklaşık değeri değil, tam değeri veren formülün) sıfıra eşit olduğunu gördü:

$$\{1-c^2/c^2\}^{1/2} = \{1-1\}^{1/2} = 0$$

Bu, ışık hızında giden birisi için uzay ve zamanın -aslında görünür tüm Evren'in- *bir hiç olana kadar büzüldüğü* anlamı-

na geliyordu. Üstelik, tam tersine, böyle bir kimsenin kütlesi ve enerjisi de *sonsuz olana kadar artıyordu* (sıfırın tersi sonsuzdur)!

Şüpheyi asla elden bırakmayan Einstein, her iki olayın gerçekleşmesinin de olanaksız olduğu sonucuna vardı. Bu nedenle fazla ciddiye almak yerine, bu haddini aşan kestirimlerden yola çıkarak yeni teorisinin kendisine bir şey söylemeye çalıştığı anlamını çıkardı: Herhangi bir cismin bir elektromanyetik dalga kadar hızlı hareket etmesi -yani bir ışık ışınını yakalaması- fiziksel açıdan *olanaksızdı*.

Uzunca bir zaman sonunda yirmi beş yaşındaki Einstein, on altı yaşından beri yakasını bırakmayan bir sorunun yanıtını bulmuştu: "Karanlıkta büyük bir özlem ve merakla yıllarca süren arayışlar: kimi zaman umutlu, kimi zaman tükenmiş. Ve en sonunda ışığa ulaşmak -bunu sadece yaşayanlar anlar."

Ancak, bu beklediği ya da onu çok mutlu eden bir yanıt değildi. Teorisinin doğruluğuna inanıldığı takdirde, dur durak bilmez uçuşu sırasında bir elektromanyetik dalgayı yakalamak ve ayrıntılı yapısını anlamak umuduyla onu tutup incelemek hiçbir faniye nasip olmayacaktı. Bilimin, saf enerjinin kendini bu olağanüstü gösterme biçimi ile ilgili olarak öğrenebileceği şeylerin çoğu, deyim yerindeyse, ancak kıyıdan köşeden kısa bir an için görebildiklerinden ibaret olacaktı.

Gün ışığına çıkan bu gerçekler yeteri kadar sarsıcı olmakla birlikte, asıl *öldürücü darbe* daha gelmemişti. Bu, 1904 yılında Michele Besso adlı bilime meraklı bir arkadaşıyla Olympos Akademisi'nde yaptığı tartışmalardan birinde gerçekleşecekti. Einstein bunu daha sonra şu sözlerle anlatacaktı: "Onunla yaptığım hararetli tartışmalar sırasında birden sorunu kavrayıverdim. İşte bu kavrayışın hemen ardından, Özel Görelilik Teorisi de nihayet tamamlanmıştı."

Einstein'ın kavradığı şey şuydu: Kütle ve enerjinin, birbirleriyle bağıntılı olsalar da, tıpkı kadın ve erkek cinsi gibi, orga-

nik açıdan birbirinden *farklı* olduğunu düşünen bilim adamları yanılgı içindeydiler. Kütle ve enerjinin, benzer korunum yasalarını sağlayan, yok edilemez olgular oldukları zaten biliniyordu; şimde ise Einstein, bu iki olgunun tam olarak aynı şekilde davrandığını keşfetmişti -yani, her ikisi de aynı çarpanla artıyor ve azalıyordu. Einstein, kütle ve enerjinin *ayırt edilemez* ve *birbirinin yerini alabilir* olduğu sonucuna varmıştı. Bunlar, farklı kıyafetler giyen ya da saçını farklı şekillerde tarayan tek bir kişiye benziyordu; kısacası, bunlar organik açıdan aynı görünüyordu.

Kütle ve enerjiyle ilgili bu bakış açısı bazı bakımlardan, bilimin elektrikle manyetizma arasındaki yakın bağlantıya ilişkin son keşfini anımsatmaktaydı. Her iki durumda da, bilimin çizdiği dünya tablosu daha fazla bütünlük arz etmekle birlikte, aynı zamanda daha fazla belirsizlik içeriyordu ve bu nedenle de sezgilerle anlaşılması daha zordu.

Ancak bu tablo, enerjiyle kütleyi, farklı ülkelerin para birimleri gibi ele alarak konuya bir ölçüde açıklık getirilmesine yardımcı oluyordu. Farklı görünmekle birlikte, alışverişte kullanılan bir para olarak farklı para birimleri özünde aynı şeydi. Paraların değerleri farklı olsa da, birbirleriyle olan ilişkilerini gösteren bir formül, yani kur oranı vardı. Aynı şekilde, Einstein'ın da karşı karşıya bulunduğu soru şuydu: Kütle ile enerji arasındaki kur oranını veren formül neydi?

Einstein bu sorunun cevabının, son bir kez daha *Starlight Express*'e binilerek elde edilebileceğini keşfetti. Bu son gezi sırasında aklından çıkarmaması gereken tek şey, teorisine göre, *Express*'in kütlesinin hızdaki artışa/azalışa bağlı olarak artacağı/azalacağıydı.

Bu nedenle, eğer *Express* yavaşlayacak olursa o zaman kütlesi de -bunu M harfi ile simgeleyelim- Einstein'ın bilinen eksiltme çarpanı ile belirlenen miktar kadar *azalacaktı*:

$$1-\frac{1}{2}\ v^2/c^2$$

Eksiltme çarpanı, bir tam niceliğin $\frac{1}{2}$ v^2/c^2 oranında azaldığını belirtmenin matematiksel bir ifadesinden başka bir şey değildi. 250 santimetreküplük bir kolonya şişesindeki kolonyanın 1/5 oranında azaldığını düşünürsek, bu durumda dökülen kolonya miktarı 250 x 1/5 santimetreküp, yani 50 santimetreküp olacaktır.

Uzay gemisi örneğimizde ise, yavaşlama dolayısıyla azalan şey *Express*'in kütlesi, yani M'ydi -kütle, $\frac{1}{2}$ v^2/c^2 oranında azalıyordu. Sonuç olarak, kolonya örneğinde de olduğu gibi, kütle kaybı M x $\frac{1}{2}$ v^2/c^2 oluyordu.

Einstein bunu yazar yazmaz, gençlik yıllarında öğrenmiş olduğu *kinetik enerji* (hareket enerjisi) formülü ile bu formül arasındaki büyük benzerliği hemen fark edecekti:

$$\text{KİNETİK ENERJİ} = M \times \frac{1}{2} v^2$$

Express'in kütle kaybı, matematiksel olarak, bu miktardaki bir kinetik enerjinin *c^2'ye bölünmüş* haline denkti:

$$\text{KİNETİK ENERJİ} / c^2 = M \times \frac{1}{2} v^2/c^2 = \text{KÜTLE KAYBI}$$

O halde, kısaca şu yazılabilirdi:

$$\text{ENERJİ} / c^2 = \text{KÜTLE}$$

Öte yandan, 6/2 = 3'ü nasıl 6 = 3 x 2 yazabiliyorsak, yukarıdaki ifadeyi de;

$$\text{ENERJİ} = \text{KÜTLE} \times c^2$$

biçiminde yazabiliriz.

Matematiğin kısa dili kullanıldığında ve enerji için *E*, kütle için de *m* simgelerinden yararlanıldığında bu, aşağıdaki denkleme dönüşüyordu:

$$E = m \times c^2$$

İşte, aradığı çok önemli kur oranı formülü buydu. Einstein rahatlamış ve çok mutlu olmuştu, çünkü kütle ile enerji arasındaki ilişkinin basit ve zarif bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştı. Bütün tuhaflığına rağmen Einstein'ın göreli evreni, eskisine göre felsefi açıdan çok daha basitti.

Örneğin, kütle ve enerji birbirlerinin yerini alabildiği için, bilimin artık *iki* ayrı korunum yasasıyla uğraşması gerekmeyecekti. Kütle yok edilip enerjiye dönüştürülebilirken aynı şekilde enerji de yok edilip kütleye dönüştürülebiliyordu. Sadece, Evren'deki bütün enerjilerin ve bütün kütlelerin nihai toplamı her zaman değişmez bir sabit olarak kalıyordu; yani birleştirilmiş tek bir Kütle-Enerji Korunumu Yasası vardı.

Uzayla zaman arasındaki ilişki de basitleşmişti. Einstein'ın evreninde uzay ve zaman göreli olduğundan, artık *A'nın B'ye göre hareket etmesi ile B'nin A'ya göre hareket etmesi* arasında herhangi bir ayrım yapma gereği de kalmayacaktı; artık önemli olan sadece göreli hızlardı.

Ayrıca, bu yeni ama tuhaf kurallarla başa çıkamayacaklarını düşünenlerin kaygılanmalarına gerek olmayacaktı. İnsanların günlük yaşamlarındaki hızların düşük olması nedeniyle, Einstein'ın Özel Görelilik Teorisi'nin kayda değer bir etkisi de olmayacaktı.

Sözgelimi, saatte *yüzlerce* kilometrelik hızlarda bile, Albert Einstein'ın eksiltme çarpanının matematiksel değeri 1'e çok yakın çıkıyordu ki, bu da, çeşitli görelilik anormalliklerinin gerçekte saptanamayacağı anlamına geliyordu. Bu nedenle uzay ile zaman ve kütle ile enerji günlük yaşamda, normal davranıyormuş gibi görünüyordu.

Astronotlar Ay'a doğru saatte 40.000 kilometre hızla yol aldığında bile normalden sapma, *trilyonda beş* gibi çok küçük bir değer olacaktı. Bir başka deyişle, Dünya'daki insanlarla karşılaştırıldığında, astronotların bir santimetre ve bir saniye ile ilgili izlenimleri bu denli küçük ve ihmal edilebilecek bir miktar kadar azalacaktı.

Ancak, haberlerin tümüyle iyi olduğu söylenemezdi. Bütün görkemine rağmen, Einstein'ın, insanoğlunun merakının İsviçre Alplerini tırmanmayı başarmış olmasının sonuçları, farkına varılmamış tehlikeler içermekteydi. Teorisi, yeni ve garip bir Evren'de uzay ile zaman arasındaki ilişkileri yeniden tanımlamıştı; ancak, gösterişsiz kütle-enerji denklemi, kırk yıl gibi kısa bir süre içinde, tehlikelerle dolu yeni dünyada ülkeler arasındaki politik ve sosyal ilişkileri sonsuza dek değiştirecekti.

Sondeyiş

Einstein'ın kütle-enerji dönüşümünün teorik açıdan mümkün olduğunu keşfetmesinden itibaren, bilim adamları, maddeyi enerjiye dönüştürmenin bir yolunu arayıp durdular. Biraz meraktan ve biraz da Einstein'ın küçük denkleminin doğruluğuna olan güçlü inançları yüzünden, bilim adamları bu konudaki çalışmalarını ısrarla sürdürdüler. Neden başaramasınlardı ki? Enerjinin maddeye dönüşümüne zaten tanık olmuşlardı: Bir atom çarpıştırıcısında dönmekte olan bir elektronun hızlandıkça, kütlesinin tam olarak Einstein'ın öngördüğü kadar arttığını gözlemlemişlerdi.

Bilim adamlarının bu konudaki çalışmalarını ısrarla sürdürmelerinin bir nedeni de, başarı halinde ödülün çok büyük olmasıydı: Olası enerji kaynağı maddesel Evren kadar büyüktü. Bu enerjinin musluğunu açabildikleri takdirde, dünyanın sınırsız miktarda temiz ve ucuz bir güce kavuşacağını düşünüyorlardı.

Ancak, o gün gelene kadar insanlar eski yöntemle, yani bir şeyleri *yakarak*, elde ettikleri güçten yararlanmaya devam ettiler. Örneğin, endüstrileşmiş ülkelerin çoğu elektrik enerjisi elde etmek için odun, petrol veya kömür yakıyordu; ne var ki bu yöntem çok verimsizdi. Sözgelimi modern bir elektrik santralı, iyi cins bir kömür parçasını kullanarak, bir ampulü sadece dört saat yakacak kadar enerji üretebiliyordu.

Kömür, ağır kaya katmanları altında gömülü kalan ve Dünya'nın hareket eden kıtalarının acımasız hareketleri sonucunda

sıkışıp ezilen ölmüş bitkilerin, milyonlarca yıl bu durumda kalmasıyla oluşan bir maddeydi. Bir parça kömürün yakılmasıyla, kömürün ilk oluşumunda sürece dahil olan güneş enerjisi ve sismik enerji, ısı enerjisi olarak açığa çıkıyordu.

Öte yandan, Einstein'ın kütle-enerji denklemi ise, aynı miktardaki kömürü *tamamen* (geriye hiç kül bırakmadan) enerjiye dönüştürmenin bir yolunu bulabilmemiz halinde bize çok daha büyük kazançlar vaat ediyordu. Gerçekten de basit bir hesaplama, bu tür bir dönüşümün, bir ampulün dört saat yerine 1,680 *trilyon* saat yanmasını sağlayacak kadar enerji üreteceğini gösteriyordu!

Sonuçta, Einstein'ın küçük formülünü göz kamaştırıcı bir gerçeğe dönüştürmek için bilim adamlarının yaklaşık 297.840 saat -otuz dört yıl- çalışmaları gerekecekti. Başarıya giden yol, yüzyılın hemen başında Antoine Henri Becquerel'ın radyoaktiviteyi keşfiyle açılacaktı.

O zamanlar bilim adamları, uranyum ve belirli bazı elementlerin nasıl olup da böylesine bir enerjiyle ışıma yaptıklarını merak ediyordu. Bu güç nereden geliyordu? Bu soruya yanıt vermekle bilim adamları, maddenin enerjiye nasıl dönüştürülebileceği konusunda da bir şeyler öğrenebileceklerini düşünmeye başladı.

1930'lu yılların başlarında, bilim adamları nihayet aradıkları yanıtı buldu. Bir uranyum atomunun örtüsünü kaldırdıklarında -kendilerine atomaltı dünyayı inceleme imkânı sunan atom çarpıştırıcılarını kullanarak- bir atomun gerçekte neye benzediğini görebiliyorlardı.

Atomun, tek parçadan oluşan bir bilardo topuna benzemediğini keşfetmişlerdi; atom, hareketli parçaları olan zarif bir mekanizmaydı. Esasen, içinde *protonların* ve *nötronların* bulunduğu bir çekirdek ile bu çekirdeğin etrafında dönen bir elektronlar kümesinden -tıpkı, bir arı kovanının etrafında uçuşan arı kümesi gibi- oluşuyordu.

Nötronlar, isimlerinin de çağrıştırdığı gibi, sanki elektriksel açıdan nötr (yüksüz) durumdaymış gibi davranan oldukça küçük

parçacıklardı. Birbirlerini itmiyorlardı; yani, çok sayıda nötron, bir atomun çekirdeğinde bir araya sıkıştırılmış durumda olmasına rağmen, kurtulmak için herhangi bir girişimde bulunmuyordu.

Protonlar için durum böyle değildi; nötronların tersine, bu atomaltı parçacıkların her biri pozitif elektrik yükü ile yüklenmişti. Bilim adamları uzun yıllar önce aynı yüklerin birbirlerini daima ittiklerini keşfetmişti; bu nedenle, protonlar doğal olarak bir atomun çekirdeğinde bir arada olmaya karşı koyuyorlardı.

Bunları çekirdekte hapseden tek şey, itme kuvvetinden biraz daha fazla olan nükleer kuvvetti -bir tür görünmez nükleer yapışkan- ama bu da her zaman işe yaramıyordu. Uranyum gibi büyük çekirdekli atomlarda birbirini karşılıklı olarak iten o kadar çok proton vardı ki, nükleer kuvvet bunların tümünü kontrol altında tutamıyor ve böyle durumlarda da protonların bazıları çekirdekten kurtulmayı başarabiliyordu.

Bu, bir yığın yatak yayını kucaklayıp tutmaya çalışmak gibi bir şeydi. Eğer yığında çok sayıda yay varsa, kaçınılmaz olarak yaylardan bir kısmı kurtulacak ve fırlayıp gidecekti. Bilim adamları, buna benzer şekilde, bir atomun çekirdeğinden yüksek hızlarda kaçan parçacıkların, radyoaktivite dediğimiz şeyi oluşturduğu sonucuna vardılar.

Bu önemli buluşun ardından bilim adamları, kararsız radyoaktif çekirdeği *tartmanın* yollarını keşfettiler. Bu konuda yürütülen titiz çalışmalar sonucunda, radyoaktif çekirdeklerle ilgili ürkütücü gözlemler yapılıyor ve dünya Atom Çağı'na bir adım daha yaklaşıyordu.

Bilim adamları, bir atomaltı parçacık kaçtıktan sonra radyoaktif bir çekirdeğin daima kaçan parçacığın kütlesinden daha *büyük* bir miktarda hafiflediğini gözlemlemişti. Radyoaktif parçacıkların, *çekirdeğin* kütlesinden bir miktar çaldıktan sonra bunu Einstein'ın denklemine tamamen uyacak bir biçimde enerjiye dönüştürerek kurtulma çabasına giriştikleri açıktı.

İnsanlara benzetirsek, protonlar, birbirlerinden nefret eden kardeşleri andırıyordu. Toplam ağırlıklarının, her birinin tek

tek kütleleri *ile* aralarındaki bastırılmış gerginliklerin ağırlığından oluştuğu söylenebilirdi. Bu nedenle, kardeşlerden birinin gitmesiyle geriye kalan aile, giden kardeşin ağırlığı ile onun yarattığı somut gerginliğin *toplamına* eşit bir miktarda hafifliyordu.

Bilim adamları 1930'lu yıllarda radyoaktivitenin, ağır ve hasta bir çekirdeğin gerilimden kurtulup adeta stres atmasının bir yolu olduğunu keşfetmişlerdi. Ayrıca, çekirdeğin bir sinir krizinin eşiğindeymiş gibi çok büyük ve çok gergin olması halinde, tamamen parçalanabilmesinin çok kolay olacağını da düşünüyorlardı -böylelikle, sonuçta ortaya çıkacak olan isterik enerjiden de yararlanılabilecekti.

Bu noktada, üzerinde uzun uzadıya düşünülmüş bu plandan güç alan bilim adamları, dikkatlerini uranyuma çevirmeye başlamışlardı. Koyu kahverengi bir mineralden elde edilen uranyum elementi, doğada bulunan en büyük atomu temsil ediyordu; çekirdeği, öfkesi burnunda ve kaçmaya hazır doksan iki adet proton içeriyordu.

Acaba çekirdeği parçalama işine nasıl başlanabilirdi? Uranyumun "büyük" çekirdeği için bile, bu iş inanılmaz derecede küçük silahları gerektiriyor gibi görünüyordu. Uranyum atomunun çekirdeğinin çapının bir santimetrenin on katrilyonda biri olduğu düşünülürse bu, bir patlamış mısır tanesinin parçalanmasından çok öte bir şeydi.

Bilim adamları, önce uranyum çekirdeğini bir elektronla vurmayı denedilerse de, bu küçük merminin bu iş için çok cılız kaldığı ortaya çıktı. Bunun üzerine çekirdeği yüksek hızlı protonla vurmayı denediler, ancak bu kez de çekirdeğin içindeki protonların itici kuvveti, bu protonun çekirdeğe bir etkide bulunacak kadar yaklaşmasına izin vermedi. Nihayet 1934'te bilim adamları bu iş için nötronu -o zamanlar, elektron ve proton dışında bilinen tek atomaltı parçacıktı- deneyince bu kez başarılı oldular.

Elektriksel açıdan yüksüz olan nötron, birbirini karşılıklı olarak iten proton ailesine sızıp aileyi parçalayabiliyordu. Bu süreç

içerisinde radyoaktif çekirdek, sıradan, eski moda yanma ile elde edilebilecek enerjiden yüz milyarlarca kat daha fazla enerji açığa çıkararak derin bir oh çekebiliyordu.

Otuz yılı aşkın bir süre sonra, Einstein'ın denkleminin doğruluğuna çarpıcı bir kanıt bulunmuştu. Bunun da ötesinde, ateşin bulunmasına denk bir başarıydı bu: Tarihte ilk kez, milyarlarca yıl önceki yaratılışlarından bu yana atom çekirdeklerinde depolanmış halde bekleyen enerjiyi açığa çıkarmanın bir yolunu bulmuştuk.

İtalyan fizikçi Enrico Fermi, ilk anda fark edememiş olsa da, çekirdekleri nötronlarla bölen ilk insandı. Aynı şey, Fransız çift Irène ve Frédéric Joliot-Curie ile Alman fizikçiler Otto Hahn ve Franz Strassmann için de geçerliydi: Bütün bu insanlar, uranyum çekirdeğini ayırmak konusunda çok başarılı olmuş ama hiçbiri başlangıçta bunun farkına varamamıştı.

1939 yılının Ocak ayında, yani ancak beş yıl sonra bu fizikçiler ne yaptıklarını anlamaya başlamışlardı. Bununla birlikte, o dönemde bilim adamlarının bu başarıları *bilim dünyasında* heyecan ve takdirle karşılanmasına rağmen, konuyla ilgili olmayan kişiler arasında pek fazla bir ilgi uyandırmamıştı.

Bilim adamları, bir uranyum çekirdeğini yapay yollarla doğal geriliminden kurtaracak bir yöntem keşfetmişlerdi, ancak çoğu insan için bu akademik bir konuydu. O dönemde insanlar dikkatlerini dış dünyadaki politik gerginliklere yöneltmişti. Geçen birkaç yıl içinde Japonya, İtalya ve Almanya dünyayı ele geçirme niyetinde olduklarını ortaya koymuşlardı.

1 Eylül 1939'da Hitler'in ordusu Polonya'yı işgal etmiş ve bunun hemen ardından da İkinci Dünya Savaşı patlak vermişti. Dahası, sadece birkaç ay önce radyoaktif uranyum çekirdeğini parçalamayı başarmış olan bilim adamları hemen kaygılanmaya başlamışlardı: Hitler, Nazilerin işgali altında bulunan Çekoslovakya'nın uranyum madenini ihraç etmesini yasaklamıştı. Bunun üzerine bilim adamları, Hitler'in beyin takımının Einstein fiziğinin gücünü keşfetmiş olabileceğini düşünmeye başlamıştı.

Amerikan Donanması'nın dikkatini atom konusundaki ilerlemelere çekmek konusundaki başarısız girişimlerinin ardından Enrico Fermi ve diğer bilim adamları, dünya çapında ilgi çeken kişiliği ile etkili olabilecek tek bilim adamına danışmaya karar vermişlerdi. 1939'un yaz aylarında, bir grup bilim adamı New Jersey'e doğru yola çıkmıştı; Profesör Albert Einstein'ı ziyarete gidiyorlardı.

Einstein 1933 yılında Amerika Birleşik Devletleri'ne gitmiş ve Hitler'in 7 Nisan'da Almanya'daki Yahudilerin bütün önemli kadrolardan ihraç edilmesini emretmesi üzerine Amerika'da kalmaya karar vermişti. 1921 yılında, fizik dalında Nobel Ödülü'nü almıştı. Ancak ne gariptir ki, bu ödül Özel Görelilik Teorisi için verilmemişti. Ödül almasının sebebi, görelilik teorisinden daha gizemli olan ve atomların davranışlarıyla ilgilenen Kuantum Mekaniği teorisinin gelişmesine olan katkılarıydı. Einstein, kendi çağındaki bilim adamlarının hepsinden çok daha ünlüydü ve neredeyse bütün dünyada tanınıyordu. Krallarla dostluk kurmuş, devlet başkanlarıyla sohbet etmiş ve medyanın gözdesi haline gelmişti -fotoğraf makinelerine poz vermekle kalmıyor Hollywood ünlüleriyle birlikte fotoğraf bile çektiriyordu.

1933 yılında, New Jersey eyaletinin Princeton kentindeki Yüksek Araştırma Enstitüsü'nde görev almayı kabul etmişti. Enstitünün huzur dolu bir doğal ortamda kurulu olması ve Naziler'den kaçan eski dostlarının da bu enstitüde bulunması, Einstein'ı buraya çeken etkenlerdi. Diğer arkadaşları gibi, Einstein da Alman vatandaşlığından çıkmıştı. Şimdi ise, Hitler'in çılgınlığa varan bir megalomaniye tutulmuş olması karşısında, daha fazla ne yapabileceğini düşünmeye başlamıştı.

Einstein hayatının büyük bir bölümünde bilimsel, sosyal ve siyasal açıdan hep bir yabancı gibi yaşamıştı. Kendisini "vatansız" biri olarak tanımlamış ve en sonunda siyasal açıdan tarafsız bir ülke olan İsviçre vatandaşlığına geçmişti.

Birinci Dünya Savaşı sırasında Alman Orduları Avrupa'da ilerlerken, Einstein da bilimde ilerliyor, birbiri ardına ortaya

koyduğu yeni teorilerle klasik teorileri yıkıyordu; etrafında sürüp giden şiddetli çatışmalara aldırmamayı başarabiliyordu.

Savaş yıllarında Einstein'la dostluk kuran fizikçi Philipp Frank o günleri şu sözlerle hatırlatıyordu: "Çalışmalarının yanında günlük hayatla ilgili sorunlar önemsiz görünüyordu. Gerçekten de, bu tür problemleri ciddiye almakta zorlanıyordu."

Ancak, bu iğrenç savaşın başlamasından *sonra* Nazilerin giderek artan etkisini ciddiye almak zorunda kalmıştı. Buna bir sebep de, Einstein'ın *Yahudi* fiziğini bırakıp *Alman* fiziğini öğretmeleri ve uygulamaları konusunda Nazilerin üniversitelere baskı yapmasıydı.

Bu emre ilk uyanlardan biri olan fizikçi Philipp Lenard, bilim yapmanın "ırkla ilgili bir şey olduğunu ve kanla belirlendiğini" iddia ediyordu. Alman fiziği üstündü, çünkü Philipp Lenard'ın sözleriyle Alman fiziği, "Gerçeğin peşinden koşup derinliklerine inmiş ve bilimin temellerini atmış kişilerin fiziğiydi."

Einstein, olayların bu şekilde gelişmesinden çok etkilenmişti. Bütün yaşamı boyunca etrafında ne olursa olsun kendi halinde, kendi dünyasında yaşamaya alışmıştı. Ancak, en değerli meslektaşlarının bazıları tarafından yöneltilen bu tür suçlamalar, daha önce Luitpolt Gymnasium'un ya da Büyük Savaş'ın yapamadığı bir şeyi yapıp, onu kapalı dünyasından dışarı çıkarmıştı. Yahudi düşmanlarına göre, kırk yıllık yaşamı boyunca bu hainin yaptığı en iğrenç buluş da bu olmuştu: Bilim adamı Albert Einstein, Yahudi Albert Einstein'ı keşfetmişti.

Şimdi ise, İkinci Dünya Savaşı'nın arifesinde, bir kez daha tarafsız kalma ve dikkatini kendi araştırmaları üzerinde yoğunlaştırma arzusunu duymaktaydı ve büyük ölçüde de bu arzuya boyun eğmişti. Ancak Birinci Dünya Savaşı'ndaki tecrübeleri ona, sadece barışı istemenin yeterli olmadığını, bunun için çalışmak gerektiğini de göstermişti.

Einstein barış için faaliyet gösteren biri olup çıkmıştı. Bu nedenle, 1939 yılının Temmuz ayında kendisini ziyarete gelen endi-

şe içindeki bir grup bilim adamını dikkatle dinledikten sonra, bir duygu karmaşası yaşadı. Zira, ziyaretine gelen bilim adamları, ondan nefret ettiği bir şeyi, bir savaş aletini geliştirmek konusunda yardımcı olmasını istiyorlardı. Öte taraftan, Müttefikler bir nükleer bomba yaratmak konusunda Hitler'i alt edebilirse, bunun bir barış unsuru olarak kullanılabileceğini de fark etmişti.

Sonuçta, 2 Ağustos 1939 tarihinde Einstein, Başkan Franklin Roosevelt'e bir mektup yazmayı kabul etti. Yazdığı mektupta şu sözler yer alıyordu:

"Sayın Başkan; bana müsvedde olarak iletilen son zamanlardaki bazı çalışmalar ben de, uranyum elementinin yakın bir gelecekte yeni ve önemli bir enerji kaynağına dönüştürülebileceği beklentisini doğurmuştur."

Einstein bu mektubunda ayrıca, Roosevelt'ten daha fazla araştırma için gereken parayı vakit geçirmeden sağlamasını da ısrarla tavsiye ediyordu. Başkan'ın durumun aciliyetini anlaması için mektubuna şu uğursuz uyarıyla son veriyordu:

"Almanya'nın Çekoslovak madenlerinden çıkarılan uranyumun satışını durdurması belki de, Alman Dışişleri Müsteşarının oğlu olan von Weizsäcker'in, Amerikalıların uranyumla ilgili bazı çalışmalarının tekrarlandığı Berlin'deki Kaiser-Wilhelm Enstitüsü ile bağlantı halinde olmasıyla açıklanabilir."

Başkan Roosevelt mektubu okuduğunda, çoğu politikacının yeni bir öneri karşısında gösterdiği tepkinin aynısını göstermiş ve bu konuyu ele almak üzere bir komisyon oluşturmuştu. Kurulan bu komisyon kasım ayında Başkan'a bir rapor vererek ünlü bilim adamının tavsiyesine uygun hareket etmesini önermişti.

Birkaç gün içinde Amerika Birleşik Devletleri'nin çeşitli üniversitelerinde ve laboratuvarlarında çalışan -çoğunu Avrupa'dan gelen göçmenlerin oluşturduğu- yüzlerce bilim adamı, kendilerini insanoğlunun düşünebileceği en yok edici silahı yapmak gibi berbat bir işe vermişlerdi.

Beş yıl boyunca binlerce insan çalışmış ve iki milyar dolar para harcanmıştı, nihayet 16 Temmuz 1945 tarihinde, bütün bu

çaba ve harcamaların sonucunda ortaya çıkan ürün deneme için artık hazırdı.

Bütün bu süre içersinde enstitüde kalıp yeni teorileri üzerinde çalışmalarına devam etmiş olan Einstein, denemenin yapılacağı yere gitmemeyi tercih etti. Bomba, en yakın yerleşim yerinden otuz iki kilometre uzaklıkta, New Mexico Çölü'nün tam ortasındaki Alamogordo Hava Üssü'nde patlatılacaktı.

Kimse ne olacağını bilmediği için bilim adamları da hazırlıklarında çok dikkatli davranıyordu. Bombanın tasarım ve yapım çalışmalarını yöneten genç fizikçi J. Robert Oppenheimer, on altı kilometre uzaklıktaki bir sığınağın deliğinden bakıyordu. Yanında, projede görev alan diğer üst düzey siviller ile askeri yöneticilerden biri olan General Thomas Farrell da vardı.

Ekipler, o sabahki deneme için bütün gece çalışmışlardı. Güneş ufuktan yükselmeye başladığında herkes patlama kulesini rahatlıkla görebiliyordu. Geri sayım başladı ve sıfıra gelindiğinde tıpkı Einstein'ın kırk yıl önce dünyayı aydınlatması gibi patlama da adeta bütün dünyayı aydınlattı.

Farrell bu olayla ilgili olarak daha sonra şunları yazacaktı: "Patlamanın ışık etkisini tarif etmek olanaksızdı. Bütün arazi gün ortasındaki Güneş'ten çok daha parlak bir ışıkla aydınlanmıştı. Altın sarısı, mor, gri ve mavi gibi renkler vardı. Yakındaki dağ silsilesindeki her tepe ve her büyük yarık o kadar belirgin ve güzel bir şekilde aydınlanmıştı ki, bu manzarayı kelimelerle anlatmak imkânsızdı. Kafanızda canlandırabilmek için mutlaka görmeniz gerekirdi."

Oppenheimer, projesinin başarılı olmasından dolayı rahatlamıştı rahatlamasına ama, gördüklerinden dolayı da endişeye düşmüştü: Kutsal Veda metinlerinden alıntı yapan genç bilim adamı şu sözleri fısıldadı: "Ben ölümün kendisi, dünyaların yok edicisi oldum." General Farrell da, "Bombanın şiddetli hava akımının ardından gelen korkunç gürültü adeta kıyamet gününün habercisiydi ve zayıf varlıklar olarak kendimizi, o ana kadar yüce Tanrı'ya ait olan kuvvetleri kurcalamaya cüret etmek-

le, ona karşı gelmiş gibi hissettik." diye yazarak benzeri duygularını dile getiriyordu.

Gelişmeleri haber alan Einstein, bu ürkütücü silahın düşmanı teslim olmaya zorlayarak barışı getirebileceği umuduyla sevince kapılmıştı. Ancak üç hafta sonra, bütün dünya bu yeni bombanın Japonya'da Hiroşima'yı -ve üç gün sonra da Nagasaki'yi- neye çevirdiğine şahit olduğu zaman, Einstein da kendini durumu bir kez daha gözden geçirmek zorunda hissetmişti. Geriye dönük pişmanlığını şu sözlerle dile getirecekti: "Başkan Roosevelt'e atom bombasının yapılmasını öneren mektubu imzaladığımda, hayatımın en büyük hatalarından birini işlemiştim."

Einstein bütün yaşamı boyunca aklın fiziki dünya ile ilgili doğal merakını kutsal bulmuştu. Tarih boyunca başkaları, özgür olma hakkı veya kendi seçtikleri bir ibaret yerinde tapınma hakkı için mücadele verirken, o özgürce merak etme hakkı için gayretli ve azimli bir mücadele yürütmüştü.

Bütün yaşamı boyunca süren mücadelesi sırasında, zamanının okullarına değer vermemişti. Bu konuyla ilgili olarak şunları yazmıştı: "Modern eğitim yöntemlerinin, kutsal araştırma merakını henüz tümüyle boğmamış olması, gerçekten de bir mucizeden başka bir şey değildir; zira, bu küçük narin bitkinin temelde sadece özgürlüğe ihtiyacı vardır; bu olmadan kurur ve kesinlikle yok olur."

Öte yandan, savaşın sonuçları Einstein'ı hayatında ikinci kez kişisel inançları konusunda düşünmeye yöneltmişti. Japonya'ya atılan atom bombaları -bu bombalar İkinci Dünya Savaşı'nı kısa süre sonra sona erdirecekti- Einstein'ın kayıtsız şartsız kutsal saydığı ve inandığı insanın doğayı sorgulaması fikrinin de sonunu getirmişti. Şimdi artık kendi gözleriyle, merakın hiç de kutsal olmayan bir yönünü görmüştü. Bu narin bitkinin dikkatli ve sevecen bir şekilde beslenmemesi halinde, kesinlikle yıkıma uğrayacak olanın *biz* olduğumuza karar vermişti.

Savaştan sonra Einstein, son bir kez daha kendi özel dünyasına çekildi. Ancak fikrini değiştirmiş olması, bilimsel konulara

olan merakını azaltmamıştı, tıpkı Birinci Dünya Savaşı sonrasında daha az Yahudi olmaması gibi.

Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra Einstein açıksözlü bir Yahudi milliyetçisi haline gelmişti. Öyle ki, Chaim Weizmann'ın 1952'deki ölümünün ardından İsrailliler Einstein'dan yeni devlet başkanları olmasını isteyecek, o ise, şeref duymakla birlikte bu öneriyi nazikçe reddedecekti.

Şimdi ise, İkinci Dünya Savaşı sonrasında, Einstein bir başka davanın hararetli savunucusu olmuştu: Fiziki dünya ile ilgili *her şeyi* (tıpkı insan aklının hayal edebileceği bütün soruların yanıtları konusunda kehanette bulunabilecek bir bilimsel kâhin gibi) açıklayabilecek tek bir teoriye ulaşmayı istiyordu. Fizikçiler buna *Birleşik Alan Teorisi* adını vermişlerdi.

Yıllar geçtikçe Einstein'ın bedeni yaşlanmış ve zayıf düşmüştü. Nihayet, 18 Nisan 1955'te, bütün cevapları bulma doğrultusunda başarısız kalan girişimlerinin ortasında hayata gözlerini yumdu. Oppenheimer, Einstein ile ilgili olarak şunları söylüyordu: "Çocuk ruhlu ve aynı zamanda son derece inatçı kişiliğiyle daima mükemmel bir saflığın timsali olmuştu."

Einstein'ın çocuklara özgü merakı onu her zaman diğer insanlardan farklı kılmıştı. İnsanların çoğu kontrol altına alınmamış bir merakla dünyaya geliyor ve büyüdükçe bunu yitiriyordu; Einstein bu açıdan tam olarak asla olgunlaşmamıştı.

Daha sonraki yıllarda, çoğu kimse geriye doğru bakıp bu olağanüstü adamın atom bombasının yapımındaki rolünü sorgulayacaktı; tıpkı, bir zamanlar Einstein'ın da bu konuda kendi kendini sorguladığı gibi.

Bu konudaki tartışmalar, Amerikalı bilim adamlarının Japonya'ya atılan atom bombalarından birkaç yüz misli daha öldürücü olan dünyanın ilk *termonükleer* aygıtını -bu, hidrojen bombasının habercisiydi- denedikleri 1952 yılından sonra daha da hüzünlü bir hale bürünmüştü.

İnsanlığı artık bütün bir gezegenin geleceğini tehlikeye sokan bir Atom Çağına soktuğu için başta bilim adamları olmak üze-

re, bilim suçlanıyordu. Gelişmesi için milyarlarca yıl gerekmiş olan yaşamın, bilim adamlarının geliştirdikleri bu dehşet verici yeni silahlar yüzünden, birkaç dakika içinde tümüyle yok olabileceğini düşünmek herkesi endişelendiriyordu.

Bu suçlamalar tümüyle haklı gerekçelere dayanmakla birlikte, Darwin'in, evrim sürecimiz boyunca sadece hayatta kalma kabiliyetimizi artıracak özellikleri muhafaza ettiğimiz yönündeki çok önemli iddiasını gözden kaçırıyordu. Bu nedenle, eğer doğal seçilim teorisi doğruysa, merak, cezalandırıcımız olmak yerine, kurtarıcımız haline dönüşebilirdi.

Bu, merak yüzünden insanların asla incinmeyeceği ya da ölmeyeceği anlamına gelmiyordu. Yazılı tarih boyunca on binlerce -belki de milyonlarca- masum insan, merakları yüzünden yaşamını yitirmişti. Ancak, eğer merak sonuçta yararlı bir amaca hizmet etmiyorsa, bastırılması bu denli imkânsız olan bu kuvvetli dürtü neden var olmuş ve bugüne kadar gelebilmişti?

Elbette merak, evrimleşme sürecinde edindiğimiz ve hem iyi hem de kötü yanları olan biricik niteliğimiz değildi. Açlık ve cinsellik gibi boyun eğmez görünen diğer dürtülerde de benzeri tehlikeler vardı. Yani, bozulmuş gıdaları yemek veya hastalıklı biriyle cinsel ilişkiye girmek yüzünden her zaman birileri hastalanıyor veya ölüyordu, ancak buna rağmen hiç kimse açlığımızı veya cinsel dürtülerimizi yok saymamızı önermiyordu.

Kısacası, soru sorma ihtiyacı, tıpkı yemek yeme ve üreme ihtiyacı gibi, genlerimizde vardı. Hatta, merakın bizi, doğayla ilgili bilmek istediğimiz her şeyi ve doğada en iyi şekilde nasıl sağ kalabileceğimizi öğrenebileceğimiz özel bir yere ve zamana doğru götürüyor olması da mümkündü.

Eğer böyleyse, Albert Einstein'ın merakı bizi, sorulara cevap bulma yolunda daha önce hiç kimsenin götürmediği kadar ileriye götürmeyi başarmıştı. Doğal olarak, günümüzde pek çok insan, ulaşılan bu noktadan o denli endişe duyuyor ki, geriye dön-

meyi bile arzuluyor. Bununla birlikte, geçen 2000 yıl içinde bilimin bize öğrettiği bir şey varsa o da şudur: Bilimsel merakımızın dünyayı sarsan sonuçlarından geriye dönmek, zamanda yolculuk gibi akla sığmayan ve gerilemek anlamına geleceği için de büyük bir olasılıkla istenmeyen bir şeydir.

Dizin

Aerodinamik araçlar, 114-117
Aerostatik araçlar, 114
Akışkanlar, 68, 71, 79, 84-86, 88-91, 97-98
Akışkanların akış denklemi, 107, 112, 119-121
Akustik enerji, 205, 211, 219, 246
Aldrin, Buzz, 63
Allbutt, Thomas Clifford, 192
Ampére, Andre-Marie, 152
Anne, İngiltere Kraliçesi, 64
Aquinolu Tommaso, 31
Arago, Dominique Francois Jean, 154-155, 166, 167
Aristoteles, 11, 28-38
Arkhimedes, 86-88, 97, 114
Armstrong, Neil, 60, 63, 65
Astrologlar, astroloji, 36, 50-51, 71
Astronotlar, 39, 59-63, 263
Ateş (element), 28, 240
Ateş, 117, 172, 188, 196-197
Atom, 145, 241, 264-269
Atom bombası, 273-274
Atom Çağı, 266, 274
Ay, 25, 27, 28, 33-39, 47-49, 57-63
Ayscough, William, 20-21, 42

Bacqueville, Marquis de, 114
Balonlar, 113, 114
Banks, Sir Joseph, 148
Basel Üniversitesi, 73, 75-76, 84, 95, 107
Becquerel, Antoine Henri, 240, 265
Bell, Alexander Graham, 169
Bernoulli, Büyük Jakob, 72
Bernoulli, Daniel, 67-121
Bernoulli, Johann, 69, 82, 84, 94-95, 107, 111, 118
Bernoulli, Jakob, 95
Bernoulli, Nikolaus I, 80
Bernoulli, Nikolaus II, 79, 80-81, 94
Bernstein, Aaron, 231
Beşeri bilimler, 227-229
Bilim, 14, 17, 20, 30-31, 35, 40-41, 50-58
Bilimkurgu, 59
Birinci Dünya Savaşı, 269-270, 274
Birleşik Alan Teorisi, 274
Birleşmiş Milletler, 2

Black, Joseph, 193-196
Boltzmann, Ludwig, 219-220
Borelli, Giovanni Alfonso, 83
Brahe, Tycho, 34, 36-37, 40
Brougham, Henry, 248
Bruno, Giordano, 35
Buhar gücü, 127, 131, 169, 178, 182, 186
Buharlı makine, 157, 169, 179, 183-189, 195, 203-218
Buzdolabı, 184, 213, 220

Calculus, (bkz. Sonsuz Küçükler Hesabı)
Calvin, John, 71, 91
Cambridge Üniversitesi, 22, 24, 41, 45, 50, 153
Carlisle, Sir, 145
Carnot İlkesi, 185-186, 203, 207, 209, 213, 216
Carnot, Sadi, 178-179, 184-185
Cartwright, Edmund, 127
Cayley, George, 115-116, 119
Celsius, Anders, 192
Celsus, 96
Charles II., İngiltere Kralı, 22, 42, 50, 57
Clarke, Katherine, 10, 19-21, 45
Clausius, Adelheid, 171, 174, 210
Clausius, Ernst Carl Gottlieb, 178
Clausius, Rudolf Julius Emmanuel, 171-222
Clement VI, Papa, 32
Collins, Michael, 63
Coriolis, Gustave Gaspard, 106
Coulomb, Charles-Augustin, 142, 155
Curie, Marie, 241
Curie, Pierre, 241

Çekirdek(ler), 265-266, 268
Çemberler, 27, 33

Darwin, Charles Robert, 227-228, 233, 275
Davy, Humphry, 134, 137, 145, 147-148, 158-160
de la Roche, Henri, 147-148, 150
Descartes, René, 19, 38, 52
Devridaim makinesi, 176, 186-187, 214
Dinamolar, 168-169
Doğa, 18-23
Doğa felsefesi, 41, 43-46, 50-56, 64, 81, 84, 90, 98, 106, 124
Doğal seçilim, 227, 229, 232, 241, 275
Dokuma makinesi, 127
Dünyevi âlem, 11, 14, 22, 28, 30, 34, 38, 49, 50, 58

Elektrikli aletler, 169, 202
Eğriler, 28
Einstein, Albert, 223-276
Einstein, Hermann, 229, 233, 237,
Einstein, Mileva Marić, 239, 254
Einstein, Pauline, 229

Eksiltme çarpanı, 235, 257-263
Elektrik, 124-126, 133-147, 152-170
Elektromanyetik dalgalar, 225, 238, 248-249, 254-260
Elektromanyetik indükleme yasası, 123
Elektromanyetik kuvvet, 240-241
Elektromanyetizma, 165, 233
Elektromıknatıs(lar), 155, 166
Elektron(lar), 139, 241, 264-265, 267
Endüstri Devrimi, 126-127, 131-133, 157, 165, 169, 228
Enerji, 81, 103-104, 169, 185, 205-221, 241-246, 251, 259-271
Enerjinin Korunumu Yasası, 82, 206-208, 211
Engizisyon, 35-36, 38-39, 91
Entropi, 211-216, 219-222
Entropinin Korunmaması Yasası, 215-216, 219-220, 222
Esir (element), 29
Esir, 30-31, 38, 241, 249-251, 254, 258-259
Esperanto, 2
Eukleides geometrisi, 31
Euler, Leonhard, 94-95, 107-108
Evren, 11-13, 28-39, 173-198, 200-222, 226, 232, 242-257
Evrensel kütleçekimi denklemi, 64
Evrim, 68, 227, 275

Fahrenheit, Daniel Gabriel 191-192
Faraday, James, 130, 136
Faraday, Margaret, 127, 129
Faraday, Michael, 123-170
Faraday, Sarah Barnard, 155, 167
Farrel, Thomas, 272
Fizeau, Armand, 252, 255-256
Fizik, 73, 102, 138, 239, 240, 253, 269
Flebotomi (damardan kan alma), 98
Frank, Philipp, 270
Franklin, Benjamin, 196
Fransız Bilimler Akademisi, 67-68, 92-93, 99-100, 208
Freud, Sigmund, 115, 222
Frontinus, Sextus Julius, 88, 97
Fulton, Robert, 131

Galenos, 188
Galilei, Galileo, 38, 90, 190
Galton, Francis, 229
Galvanizm, 144
Galvani, Luigi, 124, 143
Gezegen, 19, 27-29, 32-33, 37,38, 48, 56, 60, 71, 142, 217, 226, 232, 241
Gilbert, William, 140
Goldbach, Christian, 92-93, 102
Gökbilimciler, astronomi, 27, 33-35, 56, 60-61, 71
Gökkuşağının renkleri, 19, 43
Göksel âlem, 11, 22, 25, 29, 40, 50, 58, 64-65
Görelilik Teorisi, 223, 259, 263, 269
Grossmann, Marcel, 253

Guericke, Otto von, 141, 155
Guglielmini, Domenico, 90
Gutenberg, Johann, 109
Güneş, 19, 27-29, 32-34, 37-40, 48, 177, 181, 188-189, 193, 197, 199-200
Güneş enerjisi, 205, 211, 265
Güneş ısısı, 199
Güneş merkezlilik, 33-34, 38

Hahn, Otto, 268
Halley, Edmund, 55-56
Hargreaves, James, 127
Harvey, William, 83-84, 96, 101
Hava (element), 28
Helmholtz, Hermann Ludwig von, 201
Herschel, John, 188-189
Hertz, Heinrich, 248
Hidrodinamik, 109, 111-112, 114-115, 121
Hidrodinamik basınç yasası, 67
Hidrostatik, 97, 114
Hıristiyanlık, 31-32, 35, 40, 137-138
Hız, 63, 81, 87-90, 97-98, 103-104, 225-226, 243-248, 250-263, 266
Hitler, Adolf, 268-269, 271
Hooke, Robert, 44-45, 51-52, 55-56, 64
Huxley, Thomas Henry, 223, 228
Huygens, Christiaan, 19, 25, 77

Iraklık açısı, 34
Isı, 178, 184, 189-191, 194, 197, 203, 205-211, 216-219
Isıl akışkan, 193, 194
Işığın hızı, 252, 256
Işık, 23, 242, 246, 251
Işık dalgaları, 254

İç Savaş (ABD), 166
İkinci Dünya Savaşı, 268, 270, 273-274

James II, İngiltere kralı, 50, 57-58, 64
Joule, James, 202-205, 208-209
Jukovskiy, Nikolay, 117-121
Juliot-Curie, Frédérick, 268
Juliot-Curie, Irene, 268
Junr, Dance, 137
Jüpiter, 18, 38, 54

Kaldırma kuvvveti, 87, 114
Kalorik akışkan, 194-195, 197, 207
Kalorik teorisi, 197, 200, 204
Kalorimetre, 195-197
Kan basıncı, 98, 101-102, 119
Kan dolaşımı, 96
Katerina I, Rus İmparatoriçesi, 93, 95, 108
Katılar, 68, 79, 86, 91, 97, 100, 103-105, 220, 246
Katolik Kilisesi, 32, 35, 39,

Katoliklik, 50, 57, 72, 91, 230
Kay, John, 127
Kepler, Johannes, 19, 35-40, 48, 50, 52, 55-56, 59-60
Kimya, 51, 75, 125, 145, 146, 151, 152, 158
Kinetik enerji, 245-246, 262
Kopernik, Mikolaj, 32-35, 38-40, 60
Kozmos, 29, 54
Krakatoa Yanardağı, 218-219
Kraliyet Derneği, 43, 45, 55-56, 64, 134, 144, 148-149, 159-161, 170, 247
Kraliyet Enstitüsü, 134-135, 137, 146-150, 153-154, 158, 161, 163, 167
Kuantum mekaniği, 269
Kutsal Kitap, 51, 128, 133, 136, 164, 180, 181, 217, 227, 248
Kuyrukluyıldızlar, 34-36, 40, 51, 54-56, 64
Küreler, 27, 29, 31, 42
Kütle, 245, 259-267
Kütleçekimi denklemi, 53, 55, 60, 64
Kütleçekimi kuvveti, 49, 53-54, 57-58, 64, 137-139
Kütle-enerji denklemi, 264-265
Kütle-Enerji Korunumu Yasası, 263

Laplace, Pierre Simon de, 115
Lavoisier, Antoine, 196-197, 199
Leibniz, Gottfried Willhelm, 64, 73-76, 81-82, 84, 91, 94, 103-104, 115
Leiden şişesi, 135, 142-143
Lenard, Philipp, 270
Leonardo da Vinci, 88-89, 90, 103, 106, 117, 120, 234
L'Hospital, Marquis Guillaume de, 75, 99
Lowell Gözlemevi, 60
Luther, Martin, 32, 34-35, 72, 91
Lyell, Charles, 181-182

Madde, 145, 195, 205, 209, 241-245, 249, 251, 264-265
Manyetizma, 137-146, 152, 155-156, 161-165, 225, 233, 248, 253, 261
Marconi, Guglielmo Marchese, 169
Mariotte, Edme, 101
Matematik, 24, 41, 56, 69, 73-75, 77, 79, 84, 93, 95, 112
Maxwell, James Clerk, 164, 225, 230, 238, 248-249
Mayer, Julius Robert, 197-201, 203-205, 208-209S
Mekanik enerji, 205, 207-208, 211, 217, 220, 246
Mendel, Gregor Johann, 115
Merkezkaç kuvvet, 19, 47-49, 232
Michelson, Albert, 249-252, 254, 258
Miletos'lu Thales, 137-140, 146
Montgolfier, Etienne, 113, 115
Montgolfier, Joseph, 113, 115
Morley, Edward, 249-252, 254, 258
Morse, Samuel Finley, 166
Musschenbroek, Pieter van, 142-144
Mutlak hareket, 253
Mutlaklık, 253, 256
Mühlberg, Friedrich, 223-224

Napoleon Bonaparte, 131, 173, 178
Neptünistler, 181
Newton, Isaac, 9-65
Newton'un kütleçekimi sabiti, 54
Newton-Smith, Hanna Ayscough, 13
Nicholson, Willam, 145
Nietzsche, Friedrich, 229
Nötronlar, 265-266, 268
Nükleer bomba, 271

Oldenburg, Henry, 44
Olympos Akademisi, 254, 260
Oppenheimer, J. Robert, 272, 274
Ørsted, Hans, 154, 155, 156, 157, 161, 164, 166, 167

Öjenik, 229
Özel Görelilik Teorisi, 223, 260, 263, 269
Pisa, Leannardo "Fibonacci" da, 234
Planörler, 116, 119
Platon, 26-31, 37, 40-41, 56-57
Protonlar, 265-267
Psikoloji, 68
Püritenler, 17, 50

Radyoaktivite, 265-267
Riebau, George, 131, 132, 134, 135, 136, 137, 148, 152
Riva-Rocci, Scipione, 102
Romain, Pierre-Ange, 114
Roosevelt, Franklin, 271, 273
Rozier, Pilâtre de, 114
Rönesans, 71, 88, 90, 96
Rusya Bilimler Akademisi, 68

Sandeman mezhebi, 128-130, 144, 150, 155, 164
Sandeman, Robert, 128
Ses dalgaları, 226, 249
Sıcaklık değişimi, 211
Simya, 31, 51, 55
Sonsuz küçükler hesabı, 41, 64, 73-76, 79, 81, 85, 99, 104, 115, 163
Soyunma paradoksu, 190
Spencer, Herbert, 228, 229
Stevenson, John, 196
Stevenson, Robert Louis, 4
Storer, Arthur, 10, 43
Storer, Katherine, 45
Strassmann, Franz, 268
Su (element), 28
Su bardağı problemi, 84
Su basıncı, 97, 100-102
Süreklilik Yasası, 89-90, 103, 106, 120
Sürtünme, 177, 184, 186, 195, 202, 208, 211, 214, 216

Tanrı, 11, 13-14, 23, 26-31, 33, 40, 51-58
Tansiyon ölçme aleti, 102
Tatum, John, 123-125, 135, 137, 148
Teleskop, 37, 242
Telgraf, 166-167
Termodinamiğin İkinci Yasası, 171-222
Termometre, 190-192, 194-195, 212
Tersine çevrilebilir olmayan süreçler, 176
Tersine çevrilebilir süreçler, 175
Thomson, Joseph John, 241
Thomson, William, 114, 202, 205-206, 209, 232, 241
Toplumsal Darwinizm 228
Toprak (element), 128
Torricelli, Evangelista, 90

Uçaklar, 97, 116, 119-121
Uçan mekik, 127
Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA), 59-63
Uranyum, 240-241, 265-268, 271
Uzay, 33, 215, 225, 242-244, 249-259, 263-264

Üç-cisimli problem, 62
Üniformitaryanistler, 181-182

Veba, 24, 31-32, 48
Verne, Jules, 59
Vis viva, 81-83, 103-106
Volta pilleri, 145-146, 158
Volta, Alessandro, 144, 152
Voltaire, François Maire, 64, 115
Vücut ısısı, 183, 188, 196, 199

Watt, James, 182
Watts, Isaac, 135
Weizmann, Chaim, 274
Wesley, John, 144
Whitney, Eli, 127
William I, İngiltere Kralı, 65
Wollaston, William Hyde, 158-160
Wright, Orville, 116, 117, 119
Wright, Wilbur, 116, 117, 119

Yanma, 196-197, 199, 232, 265, 268
Yerçekimi, 13, 23, 28, 42, 47, 49, 52, 63, 119-120, 141
Yermerkezli teori, 35
Yeterli Sebep İlkesi, 29, 52
Yıldızlar, 27-29, 35-36, 55, 73, 217, 249, 252, 256, 275
Young, Thomas, 247, 248, 249

Zaman, 242-244, 251-253, 255-257, 259, 263-264
Zamenhof, L.L., 3

Harvard Üniversitesi'nde fizik ve matematik dersleri veren, Amerikan ABC televizyonunda bilim editörü olarak görev yapan Michael Guillen, *Dünyayı Değiştiren Beş Denklem*'de, günlük hayatımızı kalıcı bir biçimde değiştiren beş denklemin hem matematiğini hem de öyküsünü anlatıyor. Bu denklemlerin öyküleri bir yandan beş büyük bilim adamının portresini çizerken bir yandan da okuyucuya 17. yüzyıldan günümüze değin bilimin ve bilim-insan ilişkisinin kesintisiz bir tarihsel kaydını sunuyor. Çok soyut gibi görünseler de, etkileri son derece somut olan bu beş denklem, aslında bilimin o meşhur elmadan kötü şöhretli atom bombasına doğru çıktığı yolculuğun beş önemli kilometre taşı...





ISBN 975-403-206-8



Fiyatı: 7 YTL (KDV DAHİL)

Basılı fiyatından farklı satılamaz