
BBC
BİLİMİN
ÖYKÜSÜ
Güç, kanıt ve tutku
MICHAEL MOSLEY ve JOHN LYNCH
TÜRKİYE İŞ BANKASI
Kültür Yayınları

BİLİMİN ÖYKÜSÜ
GÜÇ, KANIT VE TUTKU

MICHAEL MOSLEY VE JOHN LYNCH

ÇEVİRENLER
ÇAĞLAR SUNAY
CUMHUR ÖZTÜRK

Solda:
Bir dizi renkli şerit halinde gösterilmiş insan DNA'sı. Türümüzün gen şifresinin haritasını çıkarmak amacıyla yürütülen ve uluslararası bir girişim olan İnsan Genomu Projesi gelmiş geçmiş en iddialı bilimsel projelerden biridir

MITCHELL BEAZLEY

TÜRKİYE İŞ BANKASI
Kültür Yayınları

Bilimin Öyküsü: Güç, Kanıt ve Tutku
Michael Mosley ve John Lynch

Çevirenler: Çağlar Sunay ve Cumhur Öztürk

Mitchell Beazley tarafından ilk basımı, Octopus Publishing Group Limited, İngiltere, 2010 tarihinde yapılmıştır.

Editör: Rûken Kızıler

Düzelti: Müge Karalom

Telif hakları © Octopus Publishing Group 2010
Metin telif hakları © Michael Mosley ve John Lynch 2010

BBC logosu, British Broadcasting Corporation'ın ticari bir markasıdır ve lisanslı olarak kullanılır.
BBC logosu © BBC 1996

Türkiye'de Yayın Hakları © 2011 Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları
Sertifika No: 11213

1. Baskı: Ekim, 2011

ISBN: 978-605-360-370-2
Genel Yayın Numarası: 2338

Yayın Yönetmeni: Peter Taylor
Sanat Yönetmeni: Pene Parker
Yardımcı Sanat Yönetmeni: Yasia Williams-Leedham
Tasarımcı: Mark Khan
Proje Editörü: Georgina Atsiaris
Editör: Hayley Birch
Düzelti: Jo Murray
Dizin: John Noble
Görüntü Arama: Jenny Veall
Prodüksiyon: Peter Hunt ve David Hearn

Çin'de basılmış ve ciltlenmiştir.

Bu kitabın tüm yayın hakları saklıdır.
Tanıtım amacıyla, kaynak göstermek şartıyla yapılacak kısa alıntılar dışında gerek metin, gerek görsel malzeme yayınevinden izin alınmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz, yayımlanamaz ve dağıtılamaz.

TÜRKİYE İŞ BANKASI KÜLTÜR YAYINLARI
İSTİKLAL CADDESİ, MEŞELİK SOKAK NO:2/4 BEYOĞLU 34433 İSTANBUL
Tel: (0212) 252 39 91- Fax: (0212) 252 39 95
www.iskultur.com.tr

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ 6

KOZMOS: ORADA NE VAR? 16

MADDE: DÜNYA NELERDEN YAPILMIŞTIR? 56

YAŞAM: BURAYA NASIL GELDİK? 102

GÜÇ: GÜCÜMÜZ SINIRSIZ OLABİLİR Mİ? 144

BEDEN: YAŞAMIN SIRRI NEDİR? 186

AKIL: BİZ KİMİZ? 230

İLERİ OKUMA 278
DİZİN 280
GÖRSEL KAYNAKÇA 286
TEŞEKKÜR 288





GİRİŞ

SOLUK MAVİ BİR BENEK

Voyager I adlı uzay sondası 14 Şubat 1990'da, Dünya'dan yaklaşık altı milyar kilometre mesafede seyrediyordu. Gezegenlerin yanından geçip Güneş Sistemi'nin dışına doğru süren destansı yolculuğunda Dünya'dan hızla uzaklaşmaktaydı. Uzay aracının o çok değerli yakıtından, yalnızca son bir özel manevra yapmaya yetecek kadar kalmıştı ve kontrol merkezindekiler bu manevra için gerekli komutları verdiler. Efsanevi gökbilimci Carl Sagan onları, Voyager'ın ekseninde dönmesi ve uzaktaki evine son bir kez bakması için ikna etmişti. Işık hızıyla ilerleyen sinyallerin uzay aracına varması altı saat sürdü ve Voyager gelen komutlara hemen uydu. Geriye döndüğünde küçük kamerasının –13 yıllık görevi boyunca, böylesine ilginç olabileceklerini hiç düşünemeyeceğimiz gezegenlerin, soluk kesici görüntülerini ilk kez yakalamış olan bu kameranın– önünde Güneş Sistemi bütün görkemiyle serili duruyordu. Çok yavaş bir şekilde Voyager, görebildiği her gezegenin fotoğrafını çekti, sonraki üç ay boyunca da onları Dünya'ya iletti. Sonuç olarak ortaya, gelmiş geçmiş en etkileyici görüntülerden biri çıktı: Arkasındaki binlerce yıldızın parlak noktasından neredeyse ayırt edilemeyen, acınacak küçüklükteki Dünya gezegeni, uzay aracının parlak yüzeyinden yansıyan bir güneş ışınının tam ortasında, tek bir pikselden daha küçük, soluk, mavi bir benek olarak görünüyordu. Bu, insanı derinden etkileyen bir fotoğraftı; bütün insanlık, bütün başarılarımız, geleceğimiz, düşlerimiz, umutlarımız, ne varsa o topluiğne başı kadar noktanın içinde olup bitiyordu.

Solda:
5 Eylül 1977'de Florida göğünde yükselen Titan-Centaur roketi, ses hızını aşarken görülüyor. Bu rokette, ilende Güneş Sistemi'nin sınırlarını aşacak olan Voyager I vardı.

Bu soluk mavi beneğin görüntüsü, bir başka özel şeyin daha en üst noktada olduğunu gösteriyordu: Orada, o anda, tarihin o noktasında, o fotoğrafın çekilebilmesini sağlayan bilginin. Voyager'ın kendisi, aslında iki bin yıllık bir bilimsel başarının ürünüydü. Bu başarı, onun yaldızlı iskeletinin yapılmasını sağlayan malzeme kimyasının; ucuna yerleştirildiği roketi uzaya çıkartan enerjiyi kullanmadaki ustalığın; Güneş Sistemi'nin benzersiz "gezegen dizilişi" fırsatını görüp uzay aracının incelemeler yapmasına olanak tanıyan matematiğin; yeni dünyalara yönelik çok değerli gözlemlerin Dünya'ya gönderilmesini sağlayan elektronik aygıtların temelinde yatan kuantum fiziğinin başarısıydı. Küçük uzay aracı, eğer uzak bir gelecekte dünya dışı bazı akıllı canlılarla karşılaşırsa diye çok özel bir yük de taşıyordu. Bu yük, zorlukla geliştirilmiş bilimsel birikimimizi özetleyen fotoğrafların özel olarak kaydedildiği altın kaplama bakır bir diskti. Diske, ayrıca Dünya'daki yaşamı gösteren çeşitli kesitler ile 55 dilde selamlaşma cümleleri, Beethoven'ın *5. Senfoni*'sinden ve Chuck Berry'nin *Johnny B. Good*'undan bölümler gibi ses kayıtları da konmuştu.



BİLİM... HER YERDE...

Bugün Voyager hâlâ yolculuğuna devam ediyor. Evinden yaklaşık 17 milyar kilometre uzakta, yıldızlararası uzayın sınırlarını zorlarken insanlığın kendi küçük evrenindeki başarısını da yanında taşıyor. Onun bu olağanüstü görevi, insanların ezelden beri yanıt aradığı bazı soruların –"Biz kimiz?", "Nereden geliyoruz?", "Nelerden oluşuyoruz?", "Orada ne var?" gibi büyük soruların– ürünüdür. İnsanlığın bu sorulara yanıt arayışının öyküsü, bilimin de öyküsüdür.

Bu öyküyü anlatırken aynı zamanda modern dünyanın da nasıl kurulduğunu gözler önüne sereceğiz. Bilim, yaşamımıza her yönden öylesine işlemiş durumdadır ki günümüzde onun varlığının farkına güçlükle varabiliriz. Örneğin kullandığımız cep telefonu şebekeleri, uyduların uygun konumlara yerleşmesini sağlayan yörünge mekaniğine; onları yörüngeye taşıyan roket yakıtlarının kimyasına; pilleri, telefonları ve bilgisayarları oluşturan plastik ve silikon yonga gibi malzemelere bağlıdır. Aynı şekilde modern tıp, yalnızca hücrelerimizin biyokimyasına ilişkin derin bilgimize değil, organlarımızı ve kemiklerimizi yakından inceleyerek hastalıklara tanı koymak için maddenin atom yapısının da aynı derinlikte kavranmasına dayanır. Yoğun günlük yaşamımız için gereken enerjiye erişimimizse, termodinamiğin yasalarını ve Dünya'nın iç bölgelerinin jeolojisini bilmemiz sayesindedir. Toprağı ekip biçme ve insanların karnını doyurma becerimiz, biyologların yanı başımızda yaşayagelmiş bazı bitki ve hayvanların doğal evrim süreçlerine müdahale edip onları geliştirme yeteneğine dayanır. Bugün yaptığımız her şeye bilim bir şekilde el atmıştır. Bunun nasıl böyle geliştiğini daha iyi anladıkça belirsiz bir geleceği karşılamada daha hazırlıklı oluruz.

"Bilim tarihi genellikle bir dizi atılım, devrim ya da bazı büyük bilim insanlarının dâhice düşünce ve buluşları üzerinden anlatılır. Ama gerçek yaşamda olayların her zaman öncesi, sonrası ve içinde yer aldığı tarihsel bir bağlam vardır."

Bilim tarihi genellikle bir dizi atılım, devrim ya da bazı büyük bilim insanlarının dâhice düşünce ve buluşları üzerinden anlatılır. Ama gerçek yaşamda olayların her zaman öncesi, sonrası ve içinde yer aldığı tarihsel bir bağlam vardır. Bilim, içinde yapılageldiği ortamın her zaman bir parçası olmuştur ve bu ortam da politikanın, tutkunun, gücün, çıkarın ve kişisel isteklerin alışıldık karmaşık ilişkilerinden hep etkilenmiştir. Öykümüz ilerledikçe dönemlerinin politik sınırlarını ve dinsel iklimini bilerek çalışan ve birlikte yaşadıkları insanlarla aynı baskılara maruz kalan kişilerle tanışacağız. Olağanüstü bilimsel gelişmelerin, neden o yerde ve o zamanda gerçekleştiğini yalnızca onların dünyasını kavrayarak anlayabiliriz.

Sol üst:
Voyager I'ın "altın plak"ının bir yüzünde kendisini çalabilecek bir makinenin yapılışını anlatan komutlar yer alır. Diskte, sondanın yola çıktığı yeri gösteren bir haritanın yanı sıra, artık uzaklarda kalmış olan insanlığa ait birtakım sesler ve görüntüler de bulunmaktadır.

Solda:
Altı milyar kilometreden fazla bir uzaklıktan çekilmiş Dünya'nın bu kumlu görüntüsü, Evren'deki gerçek yerimizi bize anımsatmakla birlikte insan başarısının doruklarından birini de simgeler.

DOĞRU ZAMAN, DOĞRU YER

Buluşların farklı kişilerce aynı ya da yakın zamanlarda yapılması bilim tarihinde sıkça görülen bir durumdur. Örneğin Charles Darwin doğal seçilim yoluyla evrim kuramını 1800'lerin ortalarında geliştirmişti. Aynı dönemde bir başka bilim insanı Alfred Russel

Wallace birçok açıdan dikkat çekecek kadar benzer bir teoriyi tümüyle bağımsız bir şekilde geliştirmişti. Nasıl?

Aslında evrimin, doğadaki çeşitliliği açıkladığı düşüncesi zaten sıkça konuşulan bir konuydu. Hem Darwin hem de Wallace gezmeye ve keşif yapmaya hevesli kişilerdi. Yolculukları sırasında kendilerini şaşkınlığa düşüren birçok şeye tanık olmuşlardı ve ikisi de Thomas Malthus'un hastalık ve kıtlıkların nüfusu nasıl kontrol altında tuttuğunu açıklayan kitabını okumuşlardı. Ama en önemlisi her ikisi de açık rekabetin itici güç olduğu bir toplumun ve tarihsel atmosferin parçasıydı. Viktoryen yaşam, ilerleme olgusunun etkisi altındaydı ve hızla değişen ticaret ve endüstri dünyasına uyarlanmada gösterilen başarı ya da başarısızlığın sonuçlarını toplumun bütün katmanları duyumsuyordu. Böylesi etkenlerin var olduğu bir ortamdan esinlenen her iki bilim insanı da evrimin itici gücünün doğal seçilim olması gerektiği sonucuna varmıştı.

Bilimsel yaklaşımın içinde geliştiği çerçeveyi oluşturan şey yalnızca tarihsel olaylar değildir. Teknolojik icatlar da bilim tarihini doğrudan ya da dolaylı olarak önemli şekilde etkilemiştir. 15. yüzyılın başlarında Almanya'dan Johannes Gutenberg'e atfedilen matbaanın icadının, bilim açısından bir dizi önemli sonucu olmuştur. Bu olayın etkileri dünyada dalga dalga yayılarak yüzyıllar boyu sürecek ilk enformasyon devrimini başlatmıştır. Matbaadan önce elle çoğaltılan kitapların üretim maliyeti yüksek olduğundan bilgi çok az yayılabiliyordu. 1400'lü yılların başında eğitimli birinin –eğer varsa– sahip olduğu kitapların sayısı iki elin parmaklarını geçmezdi. Matbaanın icadından sonraysa değişik konularda –hem de birbirleriyle aynı görüşte olmayabilen– kitaplardan oluşan bir kütüphane sahibi olunabiliyordu. Basılı kitaplar, her konuda –bilimsel, edebi ya da dinsel– ileri sürülen en son düşünceleri iletmenin araçları olmuştu ve böylece geleneksel otoriteleri sorgulama düşüncesini desteklemişti. Ama matbaanın icadının kolayca göz ardı edilebilen bir başka yönü daha vardı. Kitap okuma, artık kişisel ve özel bir etkinlik haline gelmişti; kilisede ve birilerinin gözetiminde yapılması gerekmiyordu. Bu da bilimsel başarıları gerçekleştirecek daha bireysel ve sorgulayan akılların oluşmasına yol açan çok sayıdaki değişiklikten biriydi.

Daha açık olarak, teknolojik yenilikler, önceden düşünülmesi bile olanaksız olan şeyleri gözlemlemeyi ve ölçmeyi birdenbire olanaklı kıldığı için sık sık bilimsel atılımlara yol açıyordu. Bunun apaçık örnekleri, biri skalanın bir ucunda Evren'e yönelik düşüncelerimizi, öteki de diğer ucunda hücre mekanizmalarına yönelik anlayışımızı tümüyle dönüştüren, teleskop ve mikroskobun icadıdır. Oysa teknolojik icatlar ve onları izleyen bilimsel gelişmeler genellikle bilimin dışında bazı nedenlere dayanır. Ticari bir talebe yanıt vermek için geliştirilen buhar makinesi örneğinde olduğu gibi –buhar makinesi yalnızca para kazanmak isteyen mühendislerin eseriydi. Ama bir kere ortaya çıkınca da buhar makinesinin kendisi, üzerinde çalışılan bir bilimsel araştırma konusu oldu. Bilim insanları onun çalışmasını sağlayan güç ve enerji ilkelerini anlamaya çalıştılar. Bunun sonucunda da Evren'in doğasının altyapısını oluşturan temel fizik yasaları bulundu.



Yukarıda:
Tütünün elde ettiği başarı, ekonomik değeri olabilecek bitkilerin dünyanın her yerinde aranmasına yol açtı. Bu sayede açığa çıkan bilgilerse yaşamın kökenine yönelik bakış açımızı tümüyle değiştirdi.

PARANIN PEŞİNDE

Yaşamın birçok alanında olduğu gibi bilimin ilerleyişinde de ekonomik baskının önemli etkisi olmuştur. Galileo'nun gökyüzünü incelemek için kendi teleskopunu yapmasının altında da büyük ölçüde para yatar. Mucizevi bir buluş olan dürbün hakkındaki söylentileri duyar duymaz Galileo'nun büyük bir hevesle işe girişmesinin nedeni, ekonomik durumunun kötülüğüydü. Orta yaşlarında, beklentileri kısıtlı bir matematik profesörüydü ve hem ekonomik durumunu hem de toplumsal pozisyonunu düzeltmeye ihtiyacı vardı. Teleskopun bulunuşuna ilişkin haberler tam zamanında imdadına yetişti. 17. yüzyıl İtalya'sının varlıklı aileleri arasından çıkacak yeni bir hamiyi etkilemek için bulunmaz bir fırsat doğmuştu. Yeni aygıtı zekice kullanarak Evren'in bilimini değiştireceği düşüncesi ise olasılıkla aklının ucundan bile geçmemişti.

Daha büyük ölçekte, botanik araştırmacıları ve bitki toplayıcıları 17. ve 18. yüzyıllar boyunca bilinmeyen yerlere keşif seferleri düzenlerken onları harekete geçiren nedenlerden biri de ekonomik değeri olan bitkileri keşfetmekti. İlk maceraperestler, tütün gibi bazı Eskidünya bitkilerini keşfedip satarak büyük servetler yapılabileceğini göstermişlerdi. Yeni bitkilere dayanan böylesi bir servet arayışı hem gezegenin her yanında yaşama ilişkin yeni bilgilerin gözler önüne serilmesine yol açtı hem de bir hayvan türü olarak nereden geldiğimize yönelik yeni bir bakış açısının doğuşunu tetikledi.

"Teknolojik yenilikler, önceden düşünülmesi bile olanaksız olan şeyleri gözlemlemeyi ve ölçmeyi birdenbire olanaklı kıldığı için sık sık bilimsel atılımlara yol açıyordu."

KİŞİLİKLERİN ÖNEMİ

Bilimsel keşiflerin hepsi onları gerçekleştirenlerin içinde yaşadıkları özel tarihsel bağlama çok şey borçludur. Bununla birlikte bazıları da büyük ölçüde keşfi gerçekleştirenin kişiliğinden kaynaklanmıştır. Örneğin Johannes Kepler böyle bir kişiydi. 17. yüzyılın başında Prag'da yalnız başına çalışan Kepler, gezegen hareketlerini açıklayan ve o dönemde Güneş Sistemi'ne bakış açısını tümüyle değiştiren üç yasa bulmuştu. Eğer Reform'la birlikte ortaya çıkan ve yerleşik otoriteye bağlılığı zayıflatan politik ve dinsel

dönüşümler olmasaydı Kepler, yaşadığı yeri terk etmeyecek ve o yasaları da bulmaya hiç çalışmayacaktı.

Bununla birlikte Kepler'e, Kutsal Roma İmparatoru 2. Rudolph'un –ki kendisi yıldız falı saplantılı bir imparatordu– politik ve ekonomik desteği gerekiyordu. Kuşkusuz çalışma arkadaşı Tycho Brahe'nin büyük bir özenle ve yıllarca uğraşarak derlediği gözlem verilerine de ihtiyacı vardı. Ama bütün bunların yanı sıra, Kepler bir dâhinin bakış açısını ve saplantılı kişiliğini de taşıyordu.

Hemen herkesin Evren'in merkezinin Dünya olduğuna inandığı bir dönemde Kepler, Güneş'in Tanrı'nın simgesi olduğuna ve gezegenleri kendi çevresinde döndüren bir kuvvet ürettiğine tutkuyla inanıyordu. Bunu kanıtlamak için önce gezegenlerin yörünge hareketlerini, gece gökyüzünde görülen ilerleyişleriyle uyuşan bir şekilde açıklaması gerektiğini fark etmişti. Bu da yaptığı keşifte onun saplantılı kişiliğinin oynadığı önemli rolü gösteren bir örnektir; çünkü giriştiği iş hem karmaşık hem de inanılmaz derecede usandırıcıydı. Beş yıl boyunca uğraşmış ve sonuca ulaşmadan önce yüzlerce sayfa hesap yapmıştı. Kepler daha sonra kitabında şöyle yazmıştır: "Eğer sevgili okur, bütün bu usandırıcı hesaplardan sıkıldıysa, onları yetmiş kez kontrol etmek zorunda kalan bana acıyacaktır."

Leonardo da Vinci'nin de çok farklı bir kişiliği vardı. Yıldızlar onu da büyülemişti, pek çok başka konunun yanı sıra... Ancak da Vinci'nin sorunu da başladığı işlere, onları bitirmeye yetecek kadar uzun süre istek ve iradeyle odaklanamamasıydı. Buluşlarının ve resim çalışmalarının yanında, bir anatomi kitabı yazma amacıyla, insan bedeninin gelmiş geçmiş en güzel anatomik çizimlerini yapmıştı. Sorun, tıpkı başka birçok şeyde olduğu gibi, bunu da hiç bitirememesiydi. Çalışmaları ortaya çıkarıldıkça, onun başladıklarını başkaları tamamladı ve o da hep "zamanının ilerisinde" bir kişilik olarak tanımlanageldi.

Bilim tarihindeki bazı başka kişilerin izleriyse Kepler'inkinden de da Vinci'ninkinden de daha serttir. Garip ve saplantılı biri olan Sir Isaac Newton, şöhretini öyle önemsiyordu ki kendisine karşı çıkanları mahvetmeye her zaman hazırdı. Aynı alanda yıllar boyu rakibi olan Robert Hooke, onun kinciliğine ve öfkesine katlanmak zorunda kalanlardan yalnızca biriydi. Gene de Newton'un kötü niyetli tavırları Thomas Edison'un rakiplerine karşı yaptıklarıyla karşılaştırıldığında sönük kalır. Kendi elektrik dağıtım yönteminin üstünlüğünü göstermek için elektrikli sandalyenin geliştirilmesini desteklemişti; bunu, sistemin öldürücü olduğunu göstererek rakibinin çalışmasını gözden düşürmek için yapmıştı.

YALNIZCA ŞANS

Bilimsel gelişmeler, yaşamın başka alanlarının da içine işlemiş aynı toplumsal baskıların ürünüdür ve insanların başarı ve başarısızlıklarına bağlıdır. Ama bilim tarihi boyunca kuşkusuz şansın da önemli bir yeri olmuştur. Mikrop kuramının kurucusu ve pastörizasyon yöntemini geliştirenlerden biri olan Louis Pasteur'ün bir zamanlar dediği

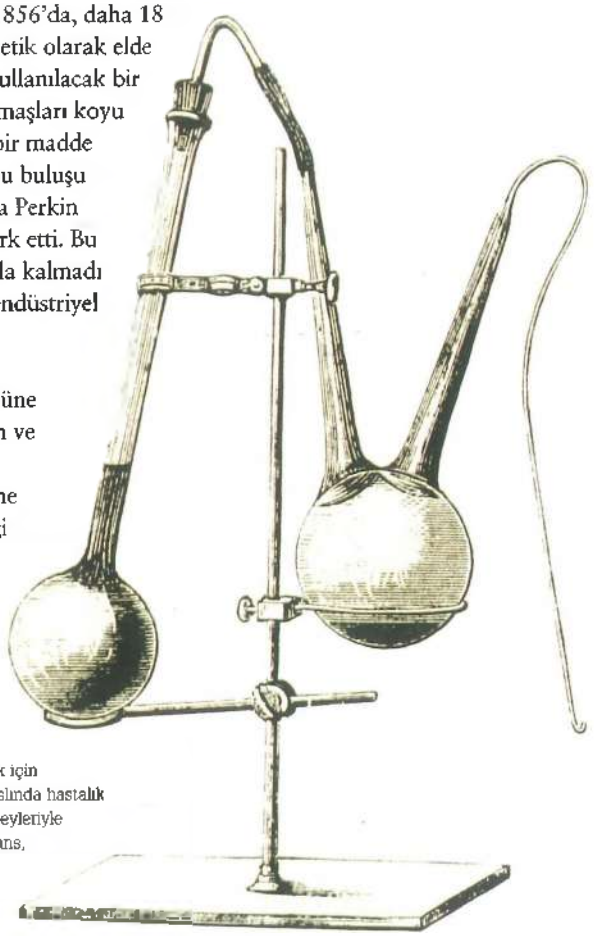
gibi "Şans, donanımlı akıllara gülümser". Yani doğru zamanda doğru yerde olmak önemlidir; ama şans tek başına yeterli değildir. Şans eseri gerçekleştirilen en önemli keşiflerden birini Alexander Fleming yapmıştır.

"Bilimin, dünyanın işleyişine yönelik getirdiği her açıklama çok büyük ölçüde döneminin ürünüdür."

1928'de Fleming, laboratuvarında bir petri kabının içinde yetiştirdiği bakterileri geride bırakıp tatile çıkar. Aynı binanın bir başka bölümünde bir arkadaşının üzerlerinde araştırma yaptığı mantarların sporları, nasıl olduysa, gelip Fleming'in bakteri dolu petri kabına konuverir. Havanın durumu hem bakteriler hem de mantarların gelişimi için çok uygundur. Fleming tatilden döndüğünde kabı eline alır ve ağzından, "Bakterileri neyin öldürdüğünü merak ediyorum," sözleri dökülür. Şans kesinlikle onun yanındadır ve penisilinin antibakteriyel özelliklerini keşfetmiştir. Ama burada önemli olan nokta, onun yıllar boyunca bakterileri öldürecek bir madde aramış olması ve dolayısıyla gördüğü şeyin önemini hemen fark etmesidir. Kabı çöpe atmak yerine onun üzerinde araştırmalara başlamıştır.

Kimyacı William Perkin de karşısına çıkan bir fırsatı değerlendirme esnekliğini göstererek hiç beklenmedik bir buluş yapmıştır. Ailesiyle birlikte yaşayan Perkin, 1856'da, daha 18 yaşındayken sıtma ilacı kinini sentetik olarak elde etmeye çalışıyordu. Kinin yerine kullanılacak bir ilaç bulmak yerine, yanlışlıkla, kumaşları koyu leylak rengine boyayan kimyasal bir madde türetiverdi. Belki birçok kimyacı bu buluşu çok da önemli görmeyebilirdi; ama Perkin ondaki ticari potansiyeli hemen fark etti. Bu sayede yalnızca bir servet yapmakla kalmadı aynı zamanda yeni ve önemli bir endüstriyel kimya dalı da yarattı.

Bu kitapta bilimin tarihi gözler önüne serildikçe tarihin, kişiliğin, paranın ve teknolojinin güçlerinin, yüzyıllar boyunca her büyük bilimsel gelişme yaşandığında aynı yönde etki ettiği görülecektir. Bilimin, dünyanın işleyişine yönelik getirdiği her açıklama çok büyük ölçüde döneminin ürünüdür.



Sağda:
Louis Pasteur'ün mikrop öldürücüleri bulmak için sürdürdüğü, yaşam kurtaran araştırmaları, aslında hastalık banndurmayan bira üretimine yönelik ilk deneyleriyle başlamıştır. Onun çalışmaları, kendisinin "Şans, donanımlı akıllara gülümser," inancına da güzel bir örnek oluşturur.



SAĞDUYUYA TERS

Bilim ilerlerken, geniş kitlelerce kabul görmek için sık sık mücadele etmek zorunda da kalmıştır. Bu sorunun bir bölümü çevremizdeki dünya hakkında bazı görüşlerimizin olmasından ve genel olarak bu görüşlere değer verilmesinden kaynaklanır. Oysa söz konusu bilim olunca çoğunluğun görüşlerinin pek bir önemi yoktur. Bu anlamda bilim demokratik bir yapı değildir. Onun ortaya koyduğu gerçeklerin birçoğu sezgilerimize ters düşer ve günlük yaşam deneyimlerimizin genellikle bilimin ilerleyişiyle hiçbir ilgisi yoktur. Konu bilim olduğunda sağduyu ancak bir yere kadar geçerlidir. Boş uzayda aralarında öylesine büyük bir uzaklık varken Dünya ile Güneş arasında her an işleyen bir çekim olabilir mi? Dünyadaki bütün ülkelerin, eriyik haldeki bir çekirdeğin üzerinde yüzen dev kaya dilimlerinin üstünde yer alması ne kadar akla yatkındır? Biz, hem de yeryüzündeki her canlıyla birlikte, tek hücreli bir canlıdan türemiş olabilir miyiz? Çevremizdeki dünya bize kesinlikle katıymış gibi gelir; öyleyse bilim insanlarının bize her şeyin atomlardan oluştuğunu ve onların da gerçekte neredeyse tümüyle boşluktan ibaret olduğunu söylemesi ne anlama gelir?

Günlük yaşamda bizi doğrudan etkilemedikleri için bu tür açıklamalara büyük oranda güveniriz. Ama bilimsel kanıtlar kendi gözlemlerimizle ya da çıkarlarımızla çelişirse, sorun olur. Bugün, iklim değişiminin insanlardan kaynaklandığını gösteren kanıtlar çok güçlüdür. Yine de küresel ısınma tartışmaları boyunca birçok insan onun gerçek bir olgu olduğuna bile ikna olmamıştır –bunun bir nedeni de bilimin çok karmaşık yapısı ve konunun ayrıntılarının da belirsiz oluşudur. Benzer bir şekilde, Darwinci evrim kuramının bilimsel kuramlar arasında en sağlamlarından biri olmasına karşın birçok kişi onun basit olduğunu düşünür ve yaşam gibi çok karmaşık yapıda bir şeyin ancak bir tasarlayıcısının olması gerektiğine inanmayı daha doğru bulur. Kelebeklerin güzelliğinden insan gözünün karmaşık yapısına kadar çevremizdeki her şeyin yalnızca hayatta kalma baskısı ve şansa dayanan bir evrimin sonucunda oluştuğunu kabul etmek bizim için zordur. Ne var ki doğal seçilim yoluyla evrimin gerçekleştiğini gösteren çürütülemez kanıtlar bulunmaktadır.

Günümüzde dünyanın her köşesinde uygulanan bilimsel yöntem, kanıtlara dayanan açıklamalar üretir. Var olan modelle uyuşmayan yeni kanıtlar ortaya çıktığında açıklamalar da değişir. Bilim bu şekilde ilerler. Sonuçta, onu uygulayan insanların üzerindeki ekonomik, politik ve kişisel baskılar ne kadar güçlü ve ortaya çıkan sonuçlar da ne kadar tatsız olursa olsun bilimin ilerlemesi, yalnızca kanıtların peşinden gitmeye dayanır. Büyük sorularımıza yanıt arayışımızda izlediğimiz yol, renkli kişilikler ve esin verici düşüncelerle dolu, düzensiz ilerleyen, bazen çıkmaz sokaklara sapan, bazen büyük engelleri aşan ve sık sık da hiç beklenmedik dönüşler yapan destansı bir yoldur. Bu yolda yapılan yolculuğun öyküsü de anlatılabilecek en heyecan verici ve renkli öykülerden biridir.

Solda:
Alexander Fleming'in orijinal Penicillium mantarı kültürünün fotoğrafı görülüyor. Her ne kadar keşfinde şansın büyük rolü olduysa da bunun kullanılabilecek bir ilaca dönüşmesi birçok bilim insanının sistemli çalışmasıyla gerçekleşmiştir





KOZMOS

ORADA NE VAR?

Havanın açık olduğu bir gece yalıtılmış kuytu bir köşe bulup bir süre yıldızları izlerseniz, gördüğünüz şeyin görkemi karşısında hayranlık duymaya başlarsınız. Üzerinizi örten merak uyandırıcı binlerce yıldızın sessiz, dingin ve huzur dolu görüntüsüne bakmak basit ama etkileyici bir deneyimdir. Oysa kendi ekseninde saatte bin kilometreden daha hızlı dönen dev bir kayanın üzerinde yaşıyoruz. Bunun yanında yoldaşımız Ay ile birlikte Güneş'in çevresinde çembere benzer dev bir yörüngede saatte yaklaşık yüz bin kilometre hızla yolculuk ediyoruz ve kütleçekimi diye adlandırdığımız uzay-zaman eğikliği nedeniyle sürekli bu döngünün içinde tutuluyoruz. Küçük bir gökadanın bir parçasıyız. Daha başka milyarlarcasıyla birlikte gökadalar arası boşluktaki kütleçekimsel bir garipliğe doğru uzayda sürükleniyoruz. Bunlar, sezgisel olarak kolayca kavrayabileceğimiz olgular değil; gerçekte sağduyuya dayanan bütün deneyimlerimize ters düşüyorlar. Çünkü aslında her gün doğan ve batan bir güneşin aydınlattığı durgun bir yüzeyde yaşıyoruz. Bu nedenle "Orada ne var?" sorusuna verdiğimiz yanıt ile kozmosun gerçekliğinin örtüşebilmesi için çok çaba harcanmasının, çok zaman geçmesinin ve çok ıstırap çekilmesinin gerekmiş olması hiç de şaşırtıcı değil. Bu, yaklaşık dört yüz yıl önce müthiş bir kargaşa döneminde başlayan olağanüstü bir öyküdür.

Solda: Hubble Uzay Teleskopu ile elde edilmiş bu görüntüde Samanyolu'na benzeyen çubuklu sarmal bir gökada ayrıntılı olarak görülüyor. Milyarlarca yıldızdan oluşan bu bağımsız sistem bize öylesine uzaktır ki ışığının Dünya'ya ulaşması 70 milyon yıl sürer.

İMPARATORUN MAİYETİ

16. yüzyıl boyunca Avrupa'da esen değişim rüzgârları güçlü, hızlı ve ölümcül olmuştu. Roma Kilisesi'ndeki yozlaşmaya karşı bir tepki olarak 1517'de başlayan Protestan Reformu, Avrupa'nın küçük uluslarının başına yüz yıl süren bir kargaşadan daha fazlasını getirmişti. Yine de birbirini izleyen bütün şiddet olayları sırasında "Dünya'nın apaçık bir şekilde her şeyin merkezi olduğu" düşüncesi tıpkı binlerce yıl boyunca olduğu gibi egemenliğini korudu. Noktasal ışıklar şeklindeki yıldızları, dolaşan gezegenleri, yaşam ve ışık veren Güneş'i ve Ay'ıyla birlikte bütün gökyüzü güvenli ve sabit duran Dünya'mızın çevresinde hareket ediyordu. Bütün bunlar da insanlar için –ister Papa'nın aracılık ettiği olsun, isterse Lutherci Kitab-ı Mukaddes'in yorumladığı olsun– Tanrı tarafından düzenlenmişti. Bu, hem Kilise'nin hem de Devlet'in gücünün ve otoritesinin dayandığı bir düşünceydi. Ancak bütün o kargaşa sırasında bu bakış açısı da yüzyıl sona ererken aşamalı olarak büyük bir dönüşüm geçiriyor, onun sağladığı kesinlik ve otorite de paramparça oluyordu.

Bu dönüşümün kökleri, saltanatı 1576'dan 1612'ye kadar süren ve aynı zamanda Moravya ve Avusturya Arşidükü, Macaristan Kralı ve Bohemya Kralı da olan Kutsal Roma İmparatoru II. Rudolf'un maiyetindeki aşırı davranışlarıyla göze çarpan kişiler arasında görülebilir. Asıl ilgi alanı politik dolaplar çevirmek yerine onları öğrenmek olan Rudolf büyüylede ilgilenen melankolik ve içine kapanık bir hükümdardı. Ama her şeyden önce bir koleksiyoncuydu. Sıra dışı hayvanlardan oluşan küçük bir hayvanat bahçesi, orijinal tabloları, saatleri, bilimsel aygıtları ve bir botanik bahçesi vardı. Bunların yanında Prag Kalesi'nin bir kanadında, aralarında değerli taşlarla süslenmiş bir gergedan boynuzu, anka kuşuna ait olduğuna inanılan tüyler, mumyalanmış bir "ejderha" ve "tek boynuzlu at"ın boynuzunun da bulunduğu çok değişik parçalardan oluşan görülmeye değer bir "antika" koleksiyonu bulunuyordu.

Rudolf aynı zamanda çevresine insan da toplardı. Onun öğrenme tutkusu, döneminin en parlak zekâlarından bazılarının onun maiyetine katılmasını sağlamıştı. Değişik dinsel inançlara karşı gösterdiği hoşgörü sayesinde çevresinde bir diyalog ve tartışma ortamı oluşmuştu. Göklerde olanı biteni kavrayışımızın öyküsündeki en önemli iki kişinin –aynı zamanda bilim tarihinin en garip çiftlerinden birinin– içinde yer aldığı da işte, Prag'daki bu çevreydi. Bunlardan biri dönemin en duyarlı gökyüzü gözlem aygıtlarına sahip küstah bir Danimarkalı aristokrat, öteki de dinsel kargaşadan kaçan yoksul bir Alman matematikçiydi.



Aşağıda: Prag Kalesi'ni oluşturan muazzam bir bina labirentinin arasından yükselen St. Vitus Bazilikası görülüyor

HUYSUZ DANİMARKALI



Tycho Brahe
1546-1601

Portresinde, takma burnu ve belirgin şekilde büyük sol gözü görülüyor.

1560, tarihsel açıdan önemsiz bir yıldı. Ama 23 Ağustos'ta meydana gelen bir olay garip ikilimiz içinden birini derinden etkilemişti. Bu, bir tam güneş tutulmasıydı. Kopenhag'dan ancak kısmi bir tutulma olarak izlenebildi. Ama Ay'ın ve yıldızların hareketlerinin gözlemlenmesiyle hazırlanan tablolara dayanarak bu olayın önceden tahmin edilmiş olmasının Danimarkalı genç aristokrat Tycho Brahe için anlamı büyük oldu ve onda, yıldız gözlemeye yönelik derin bir tutkunun başlamasına yol açtı. 14-15 yaşlarındayken hukuk öğrenimi görüyor, bir yandan da gözlem aygıtları ve gökbilim kitapları satın alıyordu. Böylece yaşamı boyunca sürdüreceği gökyüzü gözlemlerine de ilk adımlarını atıyordu. Antikçağdan o günlere kadar gelen yıldız tablolarında yer alan gözlem kayıtlarındaki belirsizlik genç Tycho'yu sarsmıştı. Daha 17 yaşındayken şöyle yazmıştı: "Gerekli olan şey, gökyüzünün haritasını çıkarma amacıyla birkaç yıl boyunca aynı noktadan yapılacak gözlemlerden oluşan uzun erimli bir projedir." Yapmaya başladığı da bu oldu. Yaşamının sonuna geldiğinde de "Orada ne var?" sorusunu yanıtlamak için gereken temel kanıtları elde etmişti.

Tycho, eğitimi boyunca Avrupa'nın çeşitli büyük üniversitelerini –Wittenberg, Rostock, Basel ve Augsburg– dolaştı; astroloji, simya ve tıp öğrendi. Bu sırada olağanüstü bir gözlem aygıtları koleksiyonu da oluşturdu. Öğrenciyken başına, yaşamı boyunca etkisini üzerinde taşıyacağı bir olay geldi. Bir dans partisi sırasında başka bir öğrenciyle ateşli bir tartışmaya girdi (Tartışmanın konusu tam olarak bilinmiyor). Ancak sonunda gece karanlığında tutuşulan düelloda Tycho, burnunun bir bölümünü kaybetti. Yaşamının sonuna kadar da metalden yapılma özel bir protez taktı –günlük yaşamında bakır alaşımından bir protez kullanırken özel günlerde gümüş ya da altın alaşımlı bir protez taktığı söylenir.

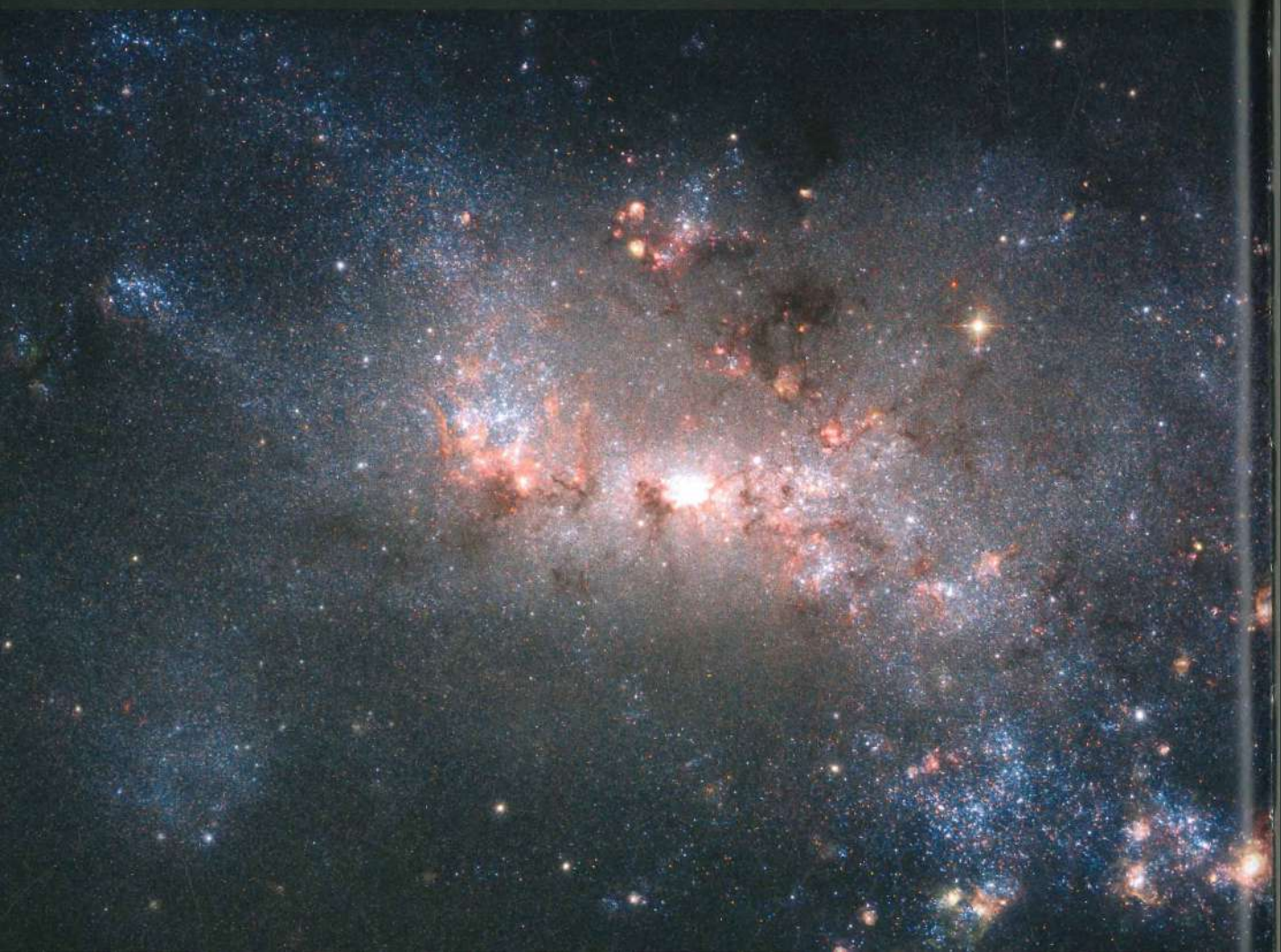
"Yaşamının sonuna geldiğinde 'Orada ne var?' sorusunu yanıtlamak için gereken temel kanıtları elde etmişti."



Sağda: Tycho'nun en önemli başarılarından biri, gökkürenin çok büyük –180 cm. çapında– bir modelini yapmasıydı. Ne yazık ki bu model küre, 1728'de Kopenhag Üniversitesi'nde çıkan bir yangında yok oldu.

Gümüş burnu Tycho'nun huysuz ve başına buyruk bir aristokrat olduğu yönündeki ününü pekiştirse de bir gökyüzü gözlemcisi olarak yeni ününün duyulması için birkaç yıl sonra göklerde yeni bir yıldızın ortaya çıkacağı zamanın beklenmesi gerekecekti. Tycho o dönemde Danimarka'daydı. 11 Kasım 1572 gecesi simya laboratuvarından çıkmış evine doğru yürürken birden Cassiopeia Takımyıldızı'nda yeni ve parlak bir ışık dikkatini çekti. Tycho, günümüzde süpernova –yaşlı bir yıldızın patlayarak ölmesi– olarak bilinen şeyi görmüştü. Bu olay üzerine yayımladığı *De Nova Stella* (Yeni Yıldız) adlı kitabında "nova" sözcüğünü bir terim olarak ilk kullanan da aslında o olmuştur. İzleyen aylarda sürekli gözlemlediği SN1572 –süpernovanın bugünkü adı– giderek sönükleşti. Ancak Tycho'nun gördüğü şey o dönemde onun ve çevresindekilerin benimsediği Evren modeli açısından şok edici bir olaydı. Gördüğü şeyin bir kuyrukluyıldız ya da bir gezegen değil de aslında bir yıldız olduğu düşüncesi, gözlemlerini bir dosya haline getirirken giderek açıklık kazandı. Herkesin, Tanrı tarafından kusursuz olarak yaratıldığına inandığı sabit yıldızların "kristal küresi"nde yeni bir şeyler oluyordu. Göklerde yeni bir yıldızın ortaya çıkması, tüyler ürpertici bir düşünceydi.

Aşağıda: Hubble Uzay Teleskopu'nun çektiği bu fotoğrafta, düzensiz bir gökadada yeni doğmuş yıldızların aydınlattığı, içinde yıldızların oluştuğu pembe gaz dolu büyük bölgeler görülüyor.



KÜRESEL AHENK

En eski kültürlerin hepsinde de aynı temel Evren görüşü benimsenmiştir: Dünya merkezde yer alır. Sümerler, Babilliler ve Eski Mısırlılar, Güneş'in, Ay'ın, yıldızların ve gezegenlerin çevremizde döndüğünü düşünüyorlardı. Kültürler arasındaki değişiklikler ancak birtakım öznel açıklamalarda kendini gösteriyordu. Avrupalıların aklında yer eden açıklamayı da kuşaklar boyu birbirini izleyen Eski Yunan düşünürleri oluşturmuştu. Genellikle bu düşünürlerin tümü birden "Eski Yunanlar" olarak gruplandırılır; ama gerçekte onlar yüzlerce yıla yayılmışlardır. Kozmosa ilişkin teorileri de altı yüz yılı aşkın bir sürede devamlı birtakım düzeltmelerle iyileştirilmiştir.

Yıldızların çevremizde dönen bir küre ya da yarım küre üzerinde sabit durduğuna ilişkin *ilk düşünce* MÖ 6. yüzyılda yaşamış Milerli Anaksimenes'e atfedilir. Onun modeline göre Dünya, düz bir disk ya da tıpkı suda yüzen bir şişe mantarı gibi silindir şeklindeydi. Sisamlı Pythagoras [Pisagor] –üçgenin alanını bulma teorisini kullandığımız Pythagoras– bu diski bir küreye çevirmiş ve onu da iç içe yerleştirilmiş kürelerin merkezine koymuştur. Bu kürelerden biri Güneş'indi, biri Ay'ındı ve her gezegenin bir küresi vardı; en dışta da "sabit" yıldızlar küresi bulunuyordu. Pythagoras'a göre kürelerin arasındaki uzaklığın da özel bir önemi vardı. *Yedi gezegenin* (Güneş ve Ay da gezegen kabul ediliyordu) ve yıldızlar küresinin aralarındaki uzaklıkların oranı, müzikte notaların arasındaki uzaklıkların oranıyla aynıydı. İki bin yıl boyunca ortalıkta çınlayıp duran "kürelerin ahengi" kavramını doğuran işte, bu düşünceydi.

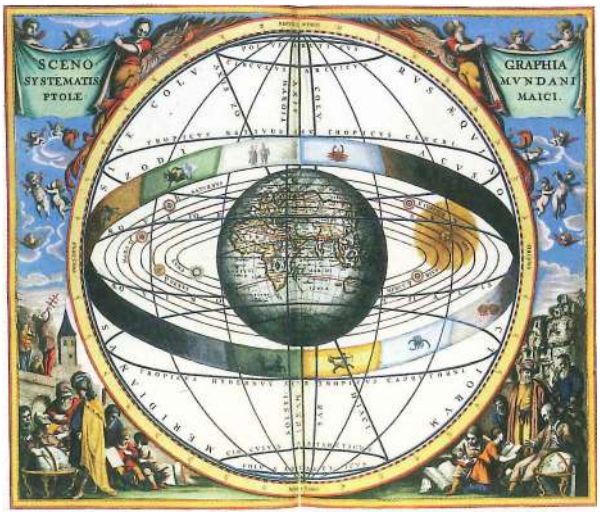
Bu model daha sonra MÖ 400 dolaylarında ünlü filozof Platon tarafından ortaya atılan bir önermeyle iyice sağlamlaştırıldı. Matematikle de ilgilenen Platon'a göre çember kusursuz bir şekildi ve bu nedenle gezegenlerin, Güneş'in ve Ay'ın, küre şeklindeki Dünya'nın çevresindeki yörüngeleri de dairesel olmalıydı.



"Eudoksos göklerdeki° hareketleri iç içe yerleşmiş 27 küreyle açıklayabiliyordu; ama bu model, Eudoksos'un çağdaşı, büyük düşünür Aristoteles tarafından iyileştirildi ve daha da kusursuz bir modele dönüştürüldü."

Öğrencileri de onun bu felsefi açıklamasıyla uyuşan bir model yaratmaya çabalamak durumunda kaldılar. Eudoksos iç içe yerleştirilmiş kürelerden oluşan zekice bir çözüm üretti. Ay'ın yörüngesi bu düşünceyi açıklamak için iyi bir örnekti. Onun gökyüzünde görünen hareketini açıklayabilmek için üç kürenin olması gerekiyordu. Bunlardan ilki, doğuş ve batışın açıklanabilmesi için günlük periyotla dönmeliydi. İkinci küre, burçlar kuşağındaki –duran yıldızlara göre– hareketin açıklanabilmesi için her dönüşünü bir ayda tamamlıyor olmalıydı. Üçüncü küre de enlemdeki kaymayı açıklayabilmek için biraz farklı bir eksende, yine bir aylık bir periyotla dönmeliydi. Antik gökbilimcilerin karşı karşıya geldikleri çok belirgin bir sorun vardı: Gezegenlerin Dünya'ya bazen yaklaşıyormuş bazen de uzaklaşıyormuş gibi görünen, bazen yavaşlayan bazen hızlanan hatta bazen ters yönde ilerleyen garip hareketleri. İngilizcedeki "planet" (gezegen) sözcüğü Eski Yunancadaki "gezinmek" sözcüğünden gelir. Eudoksos göklerdeki hareketleri iç içe yerleşmiş 27 küreyle açıklıyordu; ama bu model onun çağdaşı, büyük düşünür Aristoteles tarafından iyileştirildi ve daha da kusursuz bir modele dönüştürüldü. Yapılan gözlemlerin anlamlı bir şekilde açıklanabilmesi için o, Dünya'nın çevresine iç içe yerleştirilmiş 55 küre koydu. Her kürenin göksel bir nesnenin özel bir hareketini açıklayan kusursuz, dairesel bir hareketi vardı. Küreler de "eter" adını verdiği bir maddenin içinde dönüyordu. Aristoteles en dışa da –yüzlerce yıl sonra her şeye gücü yeten Hıristiyan Tanrı'yı simgeleyecek olan– "İlk Hareket Ettirici"yi yerleştirdi.

Bütün bunların ve kitabımızın bu bölümünün büyük bir kısmının, yaklaşık 200 yıl sonra Yunanistan'da Atina egemenliğinin doruğa olduğu dönemde yaşayan Sisamlı Aristarkhos'un düşünceleriyle uzaktan yakından ilgisi olmayan konular olduğu düşünülmelidir. Çünkü o, gerçekte bütün sorunu çözmüştü. Kozmosun merkezine Güneş'i koymuştu. Dünya ve öteki gezegenler bugün bildiğimiz şekilde sıralanmış olarak onun çevresinde dönüyordu. Sabit yıldızlarsa çok uzaktaydılar. Ne var ki bu düşünce dönemin baskın mantığının karşısında tutunamadı. Aristarkhos'un düşüncesinin kabul görmemesinin nedeni her şeyden önce Platon ve Aristoteles'in söylediklerinin tam tersini göstermesiydi –ki bu yapılacak şey değildi. Ama asıl nedeni "açıkça yanlış" görülmesinden kaynaklanıyordu. Eğer Dünya uzayda hareket ediyorsa, nasıl olur da yukarı doğru atılan bir nesne ya da ok tam aynı yere düşüyordu? Yer hareket ettiğine göre biraz geriye düşmeliydi. Ya da en basitinden eğer Dünya uzayda ilerliyorsa, neden tıpkı denizde ilerleyen bir gemide olduğu gibi, en ufak bir rüzgâr bile hissetmiyorduk? Hayır. Sağduyulu herkes Aristoteles'in açıklamasının doğru olduğunu anlardı.



Solda: Ptolemaios'un, Dünya'nın merkezde olduğu, Güneş'in ve gezegenlerin onun çevresinde döndüğü ve bütün sistemin burçlar kuşağını da kapsayan yıldızlar küresiyle kuşatıldığı Evren görüşünü anlatan bir illüstrasyon görülüyor.



KESİNLİK

Bütün bunlar, düşünür ve matematikçilerin düşünce ürünlerinden daha fazlasını ifade eder. Aristoteles'in düşünceleri, sonraki yüzyıllarda, Roma İmparatorluğu döneminde ve onun çöküşünden sonra, Hıristiyan öğretisinin içine işleyen felsefi temellerden biri haline gelmiştir. Peripatetikler ve Yeni-Platoncular olarak bilinen Yunan düşünce ekollerince canlı tutulan Aristoteles'in düşünce ve görüşleri, Yakındoğu'da hem Aziz Augustinus gibi öğretileri Kilise kurallarının temelini oluşturan ilk Hıristiyan önderlerini hem de Arap bilginlerini derinden etkilemişti. Aristoteles kozmolojisi ya da onun Hıristiyan yorumu yalnızca anlaşılabilir olduğu için değil, aynı zamanda göksel kürelerin "İlksel Hareket Ettiricisi" kavramı, her şeye gücü yeten Tanrı'nın açık bir ifadesi olduğu için de tutunabilmiştir. Böylece Aristoteles'in gökyüzüne ilişkin betimlemesi ve açıklaması bin yıl boyunca Kilise otoritesinin tartışılmaz öğelerinden biri haline gelmiştir.

Roma İmparatorluğu'nun dağılması ve yerini Konstantinopolis'e bırakmasıyla birlikte Antik Yunan bilgisinin büyük bölümü Avrupa için kaybolmuştur. Ancak tüccarlar ileride Bizans dünyasının kalbi olacak bu büyük kente girip çıktıkça o bilgi Ortadoğu'ya parça parça saçılmıştır. Yedinci yüzyılda İslamiyet'in doğuşuyla birlikte Kuzey Afrika ve İspanya'ya kadar yayılan Arap bilginleri, gelen bu bilgiler üzerinde tutkuyla çalışmıştır. Bilgi toplamak, İslam bilginleri için ruhsal kusursuzluğa ulaşma sürecinin bir parçasıydı. Müslüman halifelerinin eksiksizlik arayışının göstergesi olan büyük kütüphanelerin –eski ve yeni öğretilerin merkezleri– ortaya çıkması da onların egemenliğinin uzun olacağının işaretiydi. Eski Yunanca ve Latince metinler Arapçaya çevriliyor, üzerlerinde çalışılıyor ve onlara birtakım katkılar yapılıyordu. Yeni bazı matematik dalları, ışığı açıklayan bir teori ve birçok tıp uygulaması Arap biliminden günümüze miras kalmıştır. Ayrıca antik gökyüzü gözlem kayıtları da onun sayesinde korunmuştur.

"Yeni bazı matematik dalları, ışığı açıklayan bir yaklaşım ve birçok tıp uygulaması Arap biliminden günümüze miras kalmıştır. Ayrıca antik gökyüzü gözlem kayıtları da onun sayesinde korunmuştur."

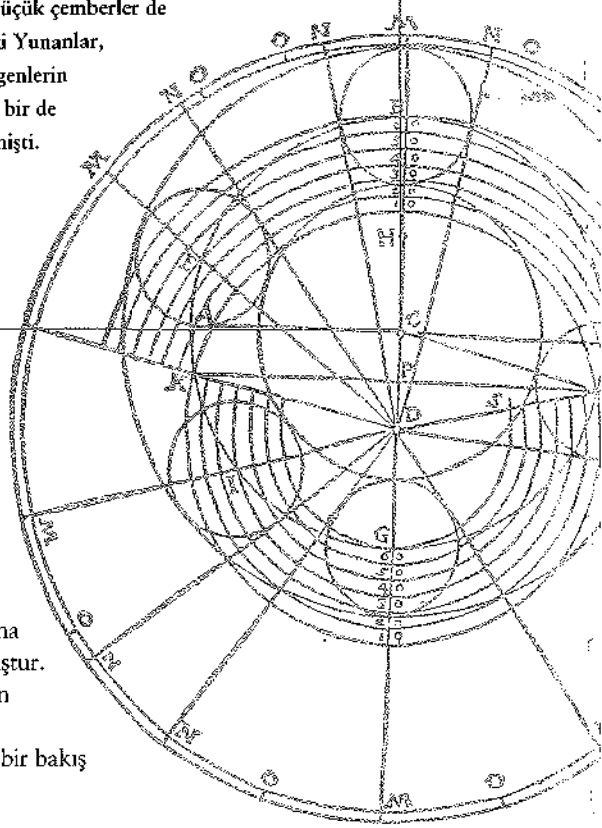
İÇ İÇE ÇEMBERLER

Arapların bilgi birikiminin büyüklüğü, 1085'te İspanya'daki Toledo kentinin düşüşüyle ortaya çıkmıştır –ki bu olay Hıristiyanlar ile Müslümanlar arasında Akdeniz çevresindeki uzun süreli çekişmenin dönüm noktasıdır. Kent Hıristiyanların eline geçtiğinde, Hıristiyan Avrupa'da uzun süre önce unutulan Antik Yunan yapıtlarının Arapça çevirilerinin de aralarında olduğu binlerce metni barındıran çok büyük kütüphanelerle karşılaşılmıştır. Bu metinlerden biri *Almagest* olarak bilinen olağanüstü bir kitaptı. MS 2. yüzyılda Claudius Ptolemaios adlı bir matematikçi tarafından derlenmişti. Bu kitapta Ptolemaios, olağanüstü bir girişimle, Aristoteles felsefesinde yer alan küreler ve çemberlerle gökyüzündeki gezegen ve yıldızların gözlenen hareketlerinin birbirine uymasını sağlamıştı.

Yukarıda: Klasik bilgiler, çok güzel tezhip edilmiş Arapça elyazmaları olarak kısa bir süre sonra Avrupa'ya geri dönmüştür.

PTOLEMAIOS'UN YERMERKEZLİ EVRENİ

Cladius Ptolemaios'un *Almagest*'inde gezegenlerin geçmişte ve gelecekte gökyüzündeki konumlarının hesaplanabildiği bir dizi yıldız tablosunun yanı sıra, Eski Yunanların görüp adlandırdığı 48 takımyıldızdan oluşan bir de katalog vardı. Ptolemaios'un MS 100'den kısa bir süre sonra işleyişini "çözdüğü" Evren'de, Dünya merkezde yer alıyordu; sonra Ay, onun ardından da sırasıyla Merkür, Venüs, Güneş, Mars, Jüpiter, Satürn ve son olarak da "sabit yıldızlar" küresi geliyordu. Hareketsiz duran Dünya'nın çevresindeki yörüngelerinde ilerleyen bütün bu gezegenler aynı zamanda uzayda küçük çemberler de çiziyordu. Daha önceki modellerde birtakım iyileştirmelere giden Eski Yunanlar, modelin son haline bu küçük çemberlerden bolca koymuşlardı. Gezegenlerin gözlenen hareketlerine uyan bir açıklama arayan Ptolemaios, modele bir de yörüngelerin dairesel görülebileceği ekuant denen özel noktalar eklemişti. Böylece model aşırı derecede karmaşıklaşmıştı.



Sağda: Ortaçağın sonlarında yapılmış ve Ptolemaios'un, gezegenlerin hareketlerini küçük ve büyük çemberlerle açıklayan sistemini gösteren bir çizim görülüyor.

Ptolemaios, Roma egemenliğindeki Mısır'da İskenderiye'de yaşamıştır. Astronomi tablolarının yer aldığı kitabında kendinden önce gelenlerin yıldız gözlemlerini derlemiş, kitabına bir de kendi Evren modelinin betimlemesini koymuştur. Eğer Aristoteles'in 55 küresi felsefi bir düş olarak kabul edilirse, Ptolemaios'un –gezegenlerin gözlenen hareketlerini, Dünya'nın merkezde sabit durması üzerine kurulu sağduyulu görüşe uydurmak için– birçok küçük çember (tekerlekler üzerinde dönen tekerlekler) kullandığı çözümü tam bir matematiksel kâbustur. Ama izleyen kuşaklar boyunca hep aktarılan da bu karmaşık yapı olmuştur. Batı Avrupa'nın gökbilim camiasında Ptolemaios'un *Almagest*'inin nüshaları yayılmaya başlamıştı. Aristoteles felsefesiyle Ptolemaios kozmolojisinin bu birleşimi Tycho'nun gözlemlerinin içine işlemiş bir bakış açısıydı.

Tycho'nun, döneminin önde gelen gökbilimcilerinden biri olarak ünü, 1572'de ortaya çıkan yeni yıldızla birlikte yayılmaya başladı. Böylesine seçkin birinin Danimarka'ya getirdiği saygınlığı kaybetmekten korkan Danimarka Kralı II. Frederik, Tycho'ya olağanüstü bir armağan verdi: Danimarka ile İsveç arasında yer alan, üzerinde 370 kişinin yaşadığı, bugün bile yalnızca İsveç'ten kalkan feribotlarla ulaşılabilen, 5 km uzunluğundaki Hven Adası. Tycho da adada dönemin en gelişmiş gözlemevini, Uraniborg'u kurdu. 1577'de kozmolojik olarak bir başka rahatsızlık verici gözlemi, bir kuyrukluyıldız gözlemini de orada yaptı. Bu kuyrukluyıldızın hareketlerine yönelik özenli gözlemleri onun yörüngesinin, gezegenleri Dünya'nın çevresindeki yörüngelerinde taşıdığı düşünülen "kristal küreler"in içlerinden geçtiğini kesin olarak ortaya koydu. Bu, gökyüzünü açıkladığı düşünülen modelin aslında o kadar da iyi olmadığını gösteren bir başka olguydu.



Johannes Kepler
1571–1630

YOKSUL MATEMATİKÇİ

Yıllar geçtikçe Tycho daha küstah ve despot olmaya başladı, Hven'i kendi dukalığı gibi yönetti, hatta kusurlu gördüğü ada sakinlerini hapse attığı bile oldu. Sonunda yeni kralla anlaşmazlığa düştü ve 1597'de Danimarka'yı terk etti. İki yıl Alman eyaletlerinde dolaştıktan sonra maiyetiyle birlikte Prag'a gitti ve II. Rudolf'un huzuruna kabul edildi. Bu görüşmenin sonucunda Kutsal Roma İmparatoru'nun İmparatorluk Matematikçisi olarak Prag'dan yaklaşık 35 km uzaktaki Benatky Kalesi'ne yerleşip aygıtlarını kurarak gözlemlerine başladı. Johannes Kepler'i –yoksul matematikçi ve garip ikilinin öteki üyesi– asistanı olması için Benatky Kalesi'ne davet etti.

Kepler, Tycho Brahe'nin tam zıddıydı. 1571'de Almanya'da bugünkü Stuttgart yakınlarında doğdu. Yoksuldu ve yaşamı hep çalkantılarla geçti. 16. yüzyılda Avrupa'da sık sık bir yerlerde savaş çıkıyordu. Paralı asker olarak çalışan babası geçimlerini zar zor sağlıyor ve sık sık ailesinden uzaklara gidiyordu. Kepler daha onlu yaşlarındayken babası bir gün yine evinden ayrıldı ve bir daha da dönmedi. Dört yaşındayken yakalandığı çiçek hastalığı, Kepler'de yaşamı boyunca çekeceği ciddi bir cilt sorunu ve göz bozukluğu bıraktı. İleride ailesinin soyağacını çıkartmış ve çocukluk anılarını yazmıştır –ki bunun bazı bölümleri başına gelen şanssızlıkların ve çektiği acı verici hastalıkların bir kataloğu gibidir. Ama o notlar arasında onun genç aklında berrak bir etki bırakmış olan kozmosla ilgili çocukluk deneyimleri de vardı. 1577'de daha küçük bir çocukken büyük kuyrukluyıldızı –Tycho'nun Hven'den gözlediği kuyrukluyıldız– izlemesi için geceleri dışarı çıkartıldığını yazmıştı.

Bilimsel biyografilerde genellikle kahramanların akademik başarıları biraz abartılarak anlatılır. Kepler'in durumundaysa hiçbir abartı yoktur –o gerçekten de dikkat çekici bir matematik dahisiydi. Tübingen'deki üniversiteye gitti.

YILDIZLARIN KALESİ



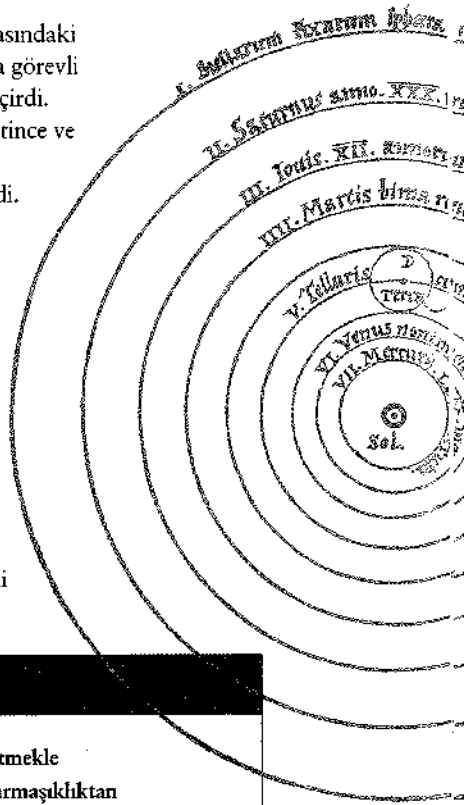
Hven'deki Urania (gökbilimin perisi) Kalesi dört katlıydı. Tycho Brahe ve ailesinin odalarından başka konuk gökbilimcilerin çalışması için de odalar ve Tycho'nun öğrencileri için de tavan arası odaları vardı. Bunların yanında gözlem çalışmalarına destek için kalenin bodrumunda bir simya laboratuvarı, tıbbi bitkilerden oluşan bir bahçe, balık yetiştirilen havuzlar, bir arboretum, bir matbaa ve bir de kâğıt imalathanesi bulunuyordu. Gözlem aygıtları bahçedeydi. Bunların arasında en ünlüsü duvara sabitlenmiş, 2 m yarıçaplı duvara sabitlenmiş dev kadrandı –bu kadrana büyük gökbilimciyi yanında köpeği olduğu halde çalışırken gösteren bir resimde de yer verilmiştir.

Duyarlı gökbilim tabloları oluştururken dikkat edilmesi gereken nokta, yıldızların ve gezegenlerin Dünya'ya göre hareketlerini düzenli olarak gözlemekti. Tycho'nun zamanında gözlem yapmak olağanüstü zor bir işti. Her şeyden önce gözlemler çıplak gözle yapılıyordu. Ama onun kadranları ve sekstantları, teleskop öncesi dönemin en duyarlı gözlem aygıtlarıydı. Gözlemevinin ve onun savurgan yaşam tarzının giderlerini karşılamak için Tycho'ya yıllık olarak Danimarka bütçesinin yüzde birine yakın olduğu tahmin edilen bir para ödeniyordu –ki bu tutar bugün NASA'nın ABD hükümetinden aldığından daha çoktur.

Orada fizik ve gökbilim çalıştı. Aynı zamanda gezegenlerin, Güneş'in ve Ay'ın hareketlerini açıklayan yeni teoriyi de gizlice öğrendi. Öğretmeni Michael Maestlin, gökbilim öğrencilerine görünürde Eski Yunanlardan gelen ve genel kabul gören modeli –Ptolemaios'un Dünya'nın her şeyin merkezinde olduğu ve birçok küçük çemberin kullanıldığı– öğretirdi. Ama gizli olarak da onlara Copernicus'un –her şeyin Güneş'in çevresinde döndüğü– daha radikal modelini anlatırdı. Kepler bu, "Güneş merkezli model"i benimsedi.

POLONYALI DİN ADAMI

Nicolaus Copernicus'un asıl adı Mikolaj Kopernik'ti, ama dönemin aydınları arasındaki yaygın bir uygulamayı izleyerek adını Latinceleştirmişti. Polonya'da Frombork'ta görevli bir din adamıydı ama yıllarca zamanının büyük bölümünü İtalya'da çalışarak geçirdi. 16. yüzyılın sonlarında Copernicus, –olasılıkla Padova'da üzerlerinde çalıştığı Latince ve Yunanca metinlerin referansları sayesinde– Eski Yunan düşünür Aristarkhos'un benimsediği Güneş merkezli Evren görüşünü öğrendi. Bu, yeni bir düşünce değildi. Eski Yunan düşünürleri için tartışmalı bir konu olmasının yanında Arap ve ilk Hintli düşünürlerce de tartışılmıştı. Copernicus onda Eski Yunanlardan beri aktarılagelen karmaşık kozmolojiyi daha güzel ve yalın hale getirmenin bir yolunu gördü.



Genellikle ileri sürülenin tersine Copernicus'un devrimci bir kişiliği yoktu. Onun bütün yapmaya çalıştığı şey eskilerin, kendinden önce yaptığını geliştirmeye uğraşmaktı. İşin zorluğu, Eski Yunanların etkileyici felsefesinden çok uzaklaşmayı istemediğinden gezegen yörüngelerinin kusursuz çemberler olduğunu kabul etmesiydi –ama öyle değildi. Bu nedenle gerçek gözlem verileriyle uyumlu olabilmesi için modelinde de küçük çemberler kullanılması gerekmişti. Sonuç olarak ortaya çıkan şey, neredeyse basitleştirmeye çalıştığı Eski Yunan modeli kadar karmaşık bir model oldu.

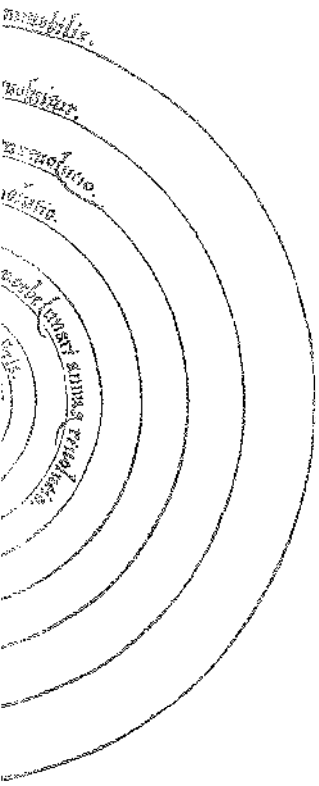
COPERNICUS KARMAŞIKLIĞI



Gezegenlerin Dünya'nın çevresinde dönmediği düşüncesini kabul etmekle Copernicus, hem Eski Yunanların küçük çemberlerinin yarattığı karmaşıklıktan kurtulmuş oluyor hem de gezegenleri bugün bildiğimiz sıraya yerleştirerek (Güneş'e en yakın Merkür, sonra Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter ve Satürn –ötekiler daha keşfedilmemişti) yörüngelerini değişik sürelerde tamamlamalarını da anlamlı hale getirmiş oluyordu. Ne var ki onun modeli günümüzde okul çocuklarına öğretilen basit Güneş Sistemi modeli değildi. Modelin sorun çıkartan yanı, gezegenlerin yörüngelerinin kusursuz çemberler olmasıydı. Gerçek gözlemlerden elde edilen verileri de modeline uydurmaya çalışıyordu. Bunun için Dünya da dahil bütün gezegenleri uzayda bir noktanın çevresinde dönecek şekilde tasarladı. Ama bu nokta Güneş değildi. Onun yerine Güneş'in merkezinden biraz ötede –Güneş'in çapının üç katı– bir noktayı seçmişti. Sonunda Copernicus'un ortaya çıkardığı şey, basitleştirmeye çalıştığı Eski Yunan modeli kadar olmasa da, çok sayıda küçük çember içeren bir model oldu.

Modelini önce 1510'da yazdığı ve elden ele dolaştırılan kısa bir metinle –*Commentariolus*– duyurdu. Bu, Katolik Kilisesi çevrelerinde ciddi bir tepkiye yol açmadı; hatta Vatikan'da Papa'nın da katıldığı bir sunuştan sonra hakkında olumlu görüşler bile bildirildi. Kilise'nin otoritesinin sorgulandığı yeni bir dönemi başlatan Protestan Reform hareketinin aynı zamanda *İncil*'de sunulana daha yakın bir dünya görüşü benimsiyor olması ironik bir durumdu. Bu nedenle 1543 yılında Copernicus sonunda teorisini bütün ayrıntılarıyla anlattığı küçük kitabı *De Revolutionibus orbium coelestium*'u (*Göksel Kürelerin Devinimleri Üzerine*) yayımladığında onun korktuğu şey Katolik Kilisesi'nin değil, Reform hareketinin lideri Martin Luther'in öfkesiydi. Kitabın basım işleriyle, güvenlik kaygısıyla yaşlı Copernicus'un hiç tanımadığı Andreas Osiander adlı Lutherci bir papaz ilgilendi. Ossander, kitapta yazılan teorinin yalnızca gezegenlerin hareketlerini betimlemeye yardımcı olan matematiksel bir model olduğunu ve onların hareketlerini gerçekten açıklamaya çalışmadığını söyleyen bir önsöz eklemişti. Bu, zekice yerleştirilmiş ve önemli fark yaratan bir eklemeydi. Bir matematikçi matematiksel bir uygulama olarak beğendiği herhangi bir modeli ileri sürebilirdi ama Tanrı'nın yarattığı dünyayı açıklamaya yönelik bir şeyler ileri sürmek çok tehlikeli bir girişimdi. Copernicus'un kitaba son anda yapılan bu müdahaleden kesinlikle habersiz olduğu düşünülüyor. Rivayete göre basılmış kitabını ölüm döşeğindeyken eline alma şansını yakalamış ve huzur içinde ölmüştür.

"Tanrı'nın yarattığı dünyayı açıklamaya yönelik şeyler ileri sürmek çok tehlikeli bir girişimdi."



Yukarıda:
Copernicus'un ortaya attığı yeni Evren modelinin bir çizimi görülüyor. Güneş merkezde yer alıyor. Ay'ın çevresinde döndüğü Dünya üçüncü gezegendir. Kozmos, en dışta sabit yıldızlardan oluşan bir kabukla kuşatılmıştır

Ama kitap okundu... 1450 dolaylarında Almanya'nın Mainz kentinde Johannes Gutenberg ve arkadaşları insanlık tarihindeki en önemli icatlardan birini yapmış ve yeniden dizilebilen harflerin kullanıldığı yeni bir baskı yöntemi geliştirmişti. Bu icat Avrupa'da bilginin ve haberlerin yayılması alanında bir devrim yarattı. Bütün büyük kentlerde matbaalar kuruldu ve kitap yayımlama hızı katlanarak arttı. Bir zamanlar, elle yazılan ve özenle çoğaltılan kitaplar, çok değerli, saygı duyulan hatta bazen kutsal kabul edilen nesnelerdi. Onlar yalnızca çok varlıklı ya da çok güçlü kişilerin ellerinde bulunurdu ama basılı kitaplara artık hemen herkes sahip olabiliyordu. Kitap pazarı bir süreliğine *İncil*'in egemenliğinde kaldıysa da günlük yaşama yönelik, "Nasıl yapılır?" türü kitaplar da kısa zamanda çokça basılır oldu. 16. yüzyılın sonuna gelindiğinde Avrupa'nın her yanında hayvancılıktan yıldız falcılığına kadar hemen her konuda yaklaşık 150 milyon kitap basılmıştı. Copernicus'un kitabı işte, böyle dönüşüme uğramış bir dünyada yayımlandı ve gökyüzündeki hareketleri öğrenmeye hevesli aydınların ve akademisyenlerin çoğunun kütüphanesindeki yerini kısa sürede aldı. 1600'lü yılların başında kitabın ilk baskısı İsveç'ten Sicilya'ya İspanya'dan İrlanda'nın güneyine kadar geniş bir alanda bulunabiliyordu.

EVREN'İN GİZEMLERİ

Kepler'in Güneş merkezli modele olan ilgisinin saf matematiksel olduğu kadar gizemli yanları da vardı. O çok parlak bir matematikçiydi ama aynı zamanda da bir astrologdu. Gerçekte o dönemde bu iki dal iç içe ilerliyordu ve çoğu kimse için astroloji çok ciddi bir işti. Güneş'in gündüz ve geceyi oluşturması, Ay'ın bir aylık çevrimi ve yıl içinde mevsimlerin var olması yeryüzündeki yaşam üzerinde gözle görülebilir etkilere sahipti. Prag'daki II. Rudolf gibi politik liderlerin aldıkları kararların bile böylesi etkileri yoktu.

Öyleyse gezegenlerin, yıldızların yaşamlarımız üzerinde gerçekten de güçlü etkileri olabilirdi. O dönemin bakış açısıyla böyle bir yaklaşım çok anlamlıydı. Bu nedenle astrolojide gezegen hareketlerinin dikkatlice hazırlanmış betimlemeleri ve onların gelecekte alacağı konumların hassas bir şekilde öngörülmesi büyük bir önem taşıyordu. Kepler, Tübingen'den mezun olduktan sonra Avusturya'da Graz'da matematik profesörü olarak çalışmaya başladı. Maaşı azdı; o da matematik yeteneğini yıldız falı bakmada kullanarak ek gelir elde ediyordu. Kendi yetişme dönemini ve ailesini uzun uzun anlattığı yazıları, aslında kendisi için hazırladığı büyük yıldız falının bir bölümüydü. İlerleyen yıllarda yaşamının çeşitli yönleri üzerine düşünecek, çocuklarından ikisinin ölümü ve mutsuz geçen evliliği gibi en kötü dönemlerinden bazılarına astrolojik açıklamalar bulmaya çalışacaktı.

Gözleri yıldız gözleyemeyecek kadar bozuktu ve gözlemsel verilerin de çok küçük bir bölümüne ulaşabiliyordu. Bu nedenle Kepler'in, kaçınılmaz olarak kendini Eski Yunan düşünürlerinin –gökyüzünde yıldızları herhangi bir kanıttan uzak bir şekilde yalnızca düşünerek– açıklama yöntemini benimsemiş bulduğu düşünülür. Bu tam olarak bilinemeyebilir ancak Temmuz 1595'te yaşadığı bir anı özellikle kaydetmiştir: Jüpiter ile Satürn'ün yakınlaşması üzerine verdiği derste tahtada bir şeyler çizerken Kepler bir aydınlanma yaşar. Birden, Copernicus'un Evren'e Güneş merkezli bakış açısıyla Platon'un ve onu izleyen Eski Yunan düşünürlerinin felsefelerinde rastladığı beş kusursuz geometrik cismin çok iyi uyuşacağı düşüncesi aklına gelir. Belki de Evren temel geometri yasalarına uygun şekilde kurulmuştur. Bu, 21. yüzyıl bakış açısıyla bütünüyle saçma bir düşünce olsa da Kepler'e, Copernicus'un yeni Güneş merkezli Evren modeliyle eskilerin geometrisinin birleşimi, kendi dinsel inanışıyla kozmoloji anlayışının harmanı olan düşüncelerini onaylamak için gelen bir vahiy gibi görünmüş olmalı. Merkezde yer alan Güneş'in Tanrı'nın bir ifadesi olduğuna, sabit yıldızların İsa'ya karşılık geldiğine ve gezegenler ile onların arasındaki boşluğun da Kutsal Ruh olduğuna kendisini inandırmıştı. Bu, çalışma yaşamı boyunca onu güdüleyen düşünce olmuş ve bize de gezegen hareketlerinin, bugün hâlâ geçerliliğini koruyan, temel yasalarını vermesini sağlamıştır.

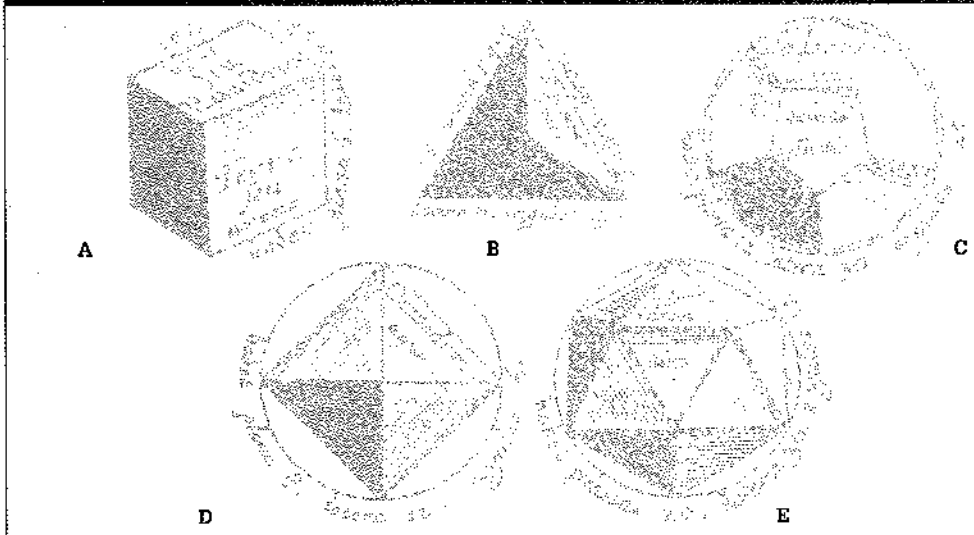
"Bu, çalışma yaşamı boyunca onu güdüleyen düşünce olmuş ve bize de gezegen hareketlerinin, bugün hâlâ geçerliliğini koruyan, temel yasalarını vermesini sağlamıştır."

Aşağıda:
Ay'ın bir ay boyunca değişen görünüşünün yer aldığı bir dizi fotoğraf görülüyor.



Kepler 1596'da dinsel görüşleriyle gökbilim bilgisinin garip bir karışımı olan *Mysterium Cosmographicum (Evrenin Gizemleri)* adlı kitabını yayımladı. Bu kitap Copernicus'un kuramını savunan ilk yapıttı ve dönemin bilimsel düşünüşünün olgunlaşmamış doğasını yansıtıyordu: İçinde saf matematik olduğu kadar gizemcilik de vardı. O dönemde Graz'da bulunan Kepler yaşama, Evren'e ve her şeye ilişkin görüşlerini Avrupa'nın önde gelen gökbilimcilerine göndermeye başladı ve böylece ünü giderek yayıldı. Bunlardan biri Tycho Brahe'ye geldi. Sonra bu ikili yazışmaya başladı. Yazışmaların sonunda Kepler, Prag'daki büyük Danimarkalının asistanı olmaya çağrıldı. Teklif tam zamanında gelmişti; çünkü Kepler'in içinde bulunduğu koşullar çok zorlaşmıştı. Giderek Avrupa'yı içine çekmeye başlayan şiddetli dinsel kargaşadan kaçan bir sığınmacı olmuştu.

KEPLER'İN GEOMETRİ KURALLARI



1596'da yayımladığı *Mysterium Cosmographicum* adlı kitabında Kepler, Jüpiter'in yörüngesini taşıyan küre ile Satürn'ün yörüngesini taşıyan kürenin arasına bir küp yerleştirilebileceğini ileri sürüyordu. Bu iki gezegenin yörüngeleri arasındaki –Copernicus'un tanımladığı– uzaklık, küpün köşeleri Satürn küresinin iç yüzüne değerken aynı zamanda küpün yüzlerinin de içteki Jüpiter küresine değeceği kadardı. Bu oldukça garip bir düşünceydi ama Kepler için büyük bir anlam ifade ediyordu. Çünkü küp, Eski Yunan felsefesinde "Platon cisimleri" olarak bilinen beş kusursuz cisimden biriydi. Öteki Platon cisimleri düzgün dörtyüzlü, düzgün sekizyüzlü, düzgün onikiyüzlü ve düzgün yirmiyüzlüydü. Kepler bu cisimleri sırayla gezegen kürelerinin aralarındaki boşluklara yerleştirmiş (Satürn küresinden içe doğru ilk önce küpü, sonra düzgün dörtyüzlüyü, düzgün sekizyüzlüyü, düzgün onikiyüzlüyü ve düzgün yirmiyüzlüyü) ve merkeze de Merkür için bir küre koymuştur. Eldeki yetersiz ve niteliksiz gökyüzü gözlemleriyle ve modelinin şurasında burasında bazı zorlama kabuller yaparak gezegenleri kabaca doğru konumlarına oturtabileceğini düşünmüştür.

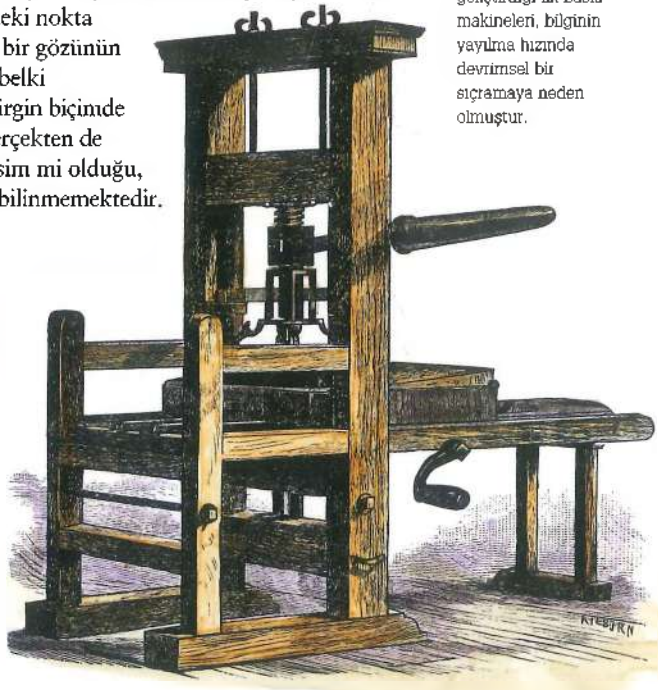
AKILLARIN BULUŞMASI

Böylece üç tarihsel zaman çizelgesi Prag'da kesişti. Buradaki çalışmalar, yani eskilerin kuşaklar boyunca aktarılan entelektüel başarılarının sorgulanması, Reform'un izlediği politikalar tarafından harekete geçirildi; en duyarlı gözlem aygıtları ve baskı makinesi gibi teknolojik aygıtlar sayesinde de ortaya kondu. İşin içinde olan hiç kimse o özel zaman ve mekânın, Evren'in nasıl işlediğine ve onun içindeki yerimize yönelik bakış açımızın değişmesinde oynayacağı önemli rolü bilemezdi. Artık "Orada ne var?" sorusuna bir yanıt bulunmaya başlanıyordu.

Şubat 1600'de Kepler, aralarında *De Revolutionibus*'un da olduğu kitapları ve kendi geometrik evreninin kusursuz işleyişinin matematiğini yapma kararlılığıyla, Prag'a geldi. Benatky Kalesi'nde Tycho her zamanki gibi kontrolü elinde tutan kişiydi ve yeni asistanına kendi yıldız verilerinden düzensiz aralıklarla ve –Evren'in modelini oluşturmaya yetmeyecek kadar– az miktarda veriyordu. Ama Kepler'in gelişinden 18 ay sonra Tycho aniden ölüverdi. Tuvalete gitmek için ziyafet sofrasından kalkmak istemediğinden böbreklerinin fazla zorlandığı ve hasar gördüğü söylenir. Bu pek olası görünmüyor ama gerçekte kimse de onun neden öldüğünü bilmiyor. Bilinen bir şey varsa, o da Imparator II. Rudolf'un matematikçisi olan Tycho Brahe'nin yerine atanan Kepler'in yaşamında büyük bir değişim olduğudur.

Bilimin ilerleyen öyküsü açısından daha da önemli olan, onun Tycho'nun bütün gözlem verilerine ulaşma olanağı bulmuş olmasıdır. Çünkü yıllar boyunca toplanan o kayıtlar tam bir yıldız verisi hazinesiydi; renkli yaşamının sonuna geldiğinde Tycho Brahe "sabit yıldızlar"dan tam 777'sinin gökyüzündeki yerini büyük bir doğrulukla gösteren bir harita yapmıştı. Bunun önemi şöyle vurgulanabilir: Dünya'nın herhangi bir yerinden açık bir gökyüzüne çıplak gözle bakıldığında görülebilen yıldız sayısı 2.500'ü geçmez. Gece gökyüzüne baktığınızda bir ömür boyu sürdürülen inatçı gözlemler sayesinde elde edilen bu büyük başarının değerini artık daha iyi anlayabilirsiniz. Sıkça söylenen bir başka şey de saatler boyunca gökyüzündeki nokta kadar ışıklara bakan Tycho'nun bu nedenle bir gözünün ötekinden büyük olduğudur. Bunun olması belki olanaksızdır ama Tycho'nun sol gözünü, belirgin biçimde sağ gözünden büyük gösteren bir portresi gerçekten de vardır. Ama onun da gerçeği yansıtan bir resim mi olduğu, yoksa Tycho'nun isteğiyle mi öyle yapıldığı bilinmemektedir.

"Yıllar boyu toplanan o kayıtlar tam bir yıldız verisi hazinesiydi; renkli yaşamının sonuna geldiğinde Tycho Brahe 'sabit yıldızlar'dan tam 777'sinin gökyüzündeki yerini büyük bir doğrulukla gösteren yıldız haritasını yapmıştı."



Aşağıda: Johannes Gutenberg'ın 1439'da geliştirdiği ilk baskı makineleri, bilginin yayılma hızında devrimsel bir sıçramaya neden olmuştur.



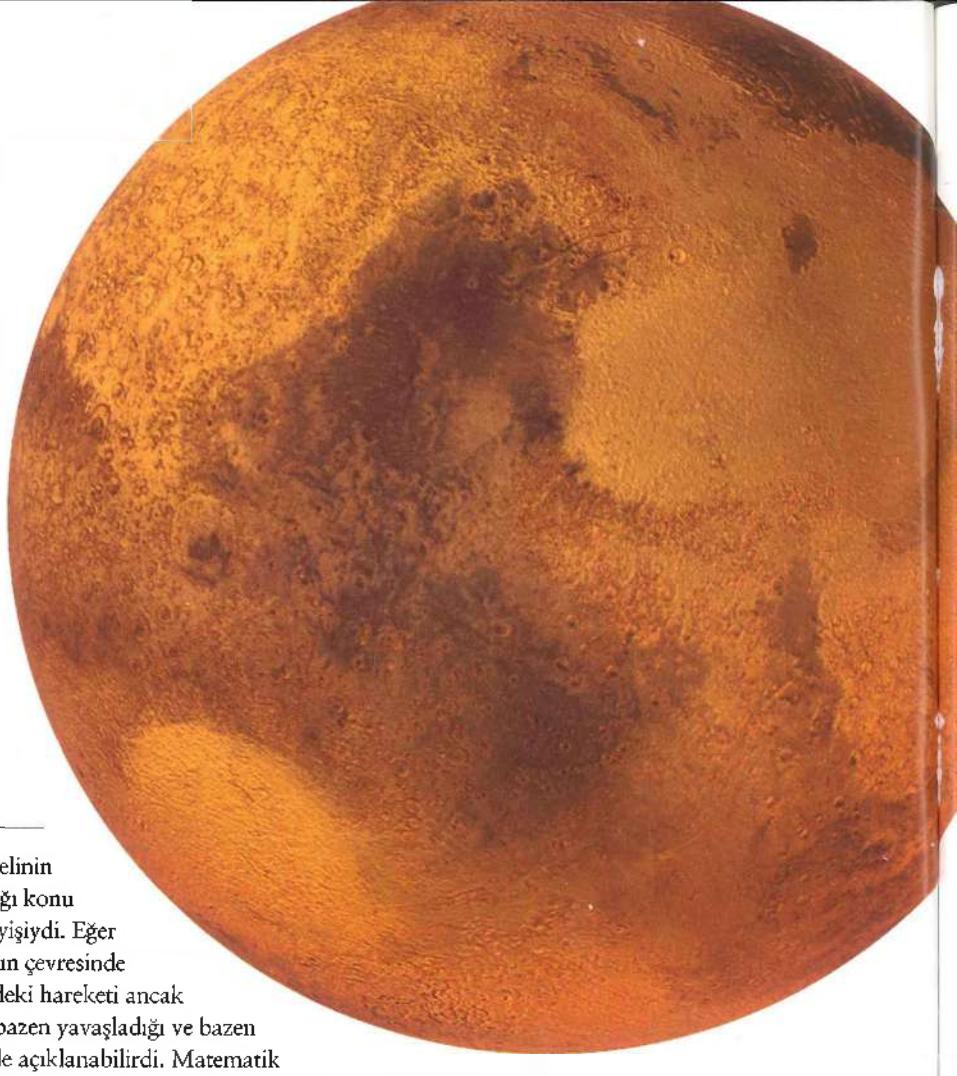
Martin Luther
1483–1546

95 TEZ

Protestan Reformu, Almanya'da Wittenberg Üniversitesi'nde profesör olan Augustinusçu keşiş Martin Luther tarafından başlatılmıştır. Luther ve Avrupa'nın kuzeyindeki diğer ülkeler Katolik Kilisesi'nin içine işlemiş olan yozlaşmış şeylere karşı eleştirilerini ve seslerini giderek yükselttiler. Özel olarak da endüljansların satılmasıyla ilgileniyorlardı. Endüljanslar günahlarını özgürce itiraf edenlere belli bir ücret karşılığında verilen af belgeleriydi. Ama 16. yüzyıla gelindiğinde bu belgeler alınıp satılan bir mal haline gelmişti; küçük bir endüstri bile oluşmuştu. Gezgin "affedici"ler Araf'taki süreyi kısaltan, hatta kişileri cehennemden kurtaran basılı kâğıtlar dağıtıyorlardı –kuşkusuz bunlar uygun birer ücret karşılığında oluyordu. 16. yüzyılın başlarında Papa X. Leo Roma'daki St. Peter Bazilikası'nın yenilenmesi için para toplama girişimine destek vermek amacıyla endüljans satışlarına ağırlık verilmesini sağlamıştı. Luther'i harekete geçiren de olasılıkla bu girişim oldu. 1517'de "Endüljansların Gücü ve Yararı Üzerine 95 Tez" başlıklı bildirisini Wittenberg'deki kale kilisesinin kapısına çiviledi. Her ne kadar ilk protestoları endüljans konusu başlatmış olsa da Luther'in talep ettiği reformlar, Katolik inancının temel ilkeleriyle çelişen daha asli konulardaydı. Kaçınılmaz olarak Kilise karşı saldırıya geçti; Luther, Rhine Irmağı üzerindeki Worms adlı küçük bir kasabada toplanan Kutsal Roma İmparatorluğu'nun Imperial Estate kurulu tarafından sapkın ilan edildi. Vatikan da onu suçlu buldu. Böylece 1640'lı yılların sonuna değin Almanya'da ve Avrupa'nın geri kalanında Protestanlarla Katolikler arasında sürecek kanlı Otuz Yıl Savaşları ile doruğa ulaşacak olan, yüz yılı aşan bir çatışma dönemi başlamış oldu.

Kepler açısından Protestan Reformu'nun doğurduğu sonuçlar korkunç olmuştur. Kutsal Roma İmparatorluğu'nun her yanında hissedilen din ayrımcılığı güney-kuzey bölünmesiyle –Reformcuların kuzeyde, Katoliklerin de güneyde egemen olmasıyla– az çok durulmuştu. Ama eyalet yöneticileri diledikleri dinsel inancı egemen kılmada serbest bırakılmıştı. Bu da şu anlama geliyordu: Bir eyalette kabul edilmiş bir dinsel inanç, yeni bir dük ya da prensin yönetici olarak gelmesiyle bir anda yok sayılabilirdi. Bu yöneticilerin hepsi de değişik dinsel inançlara Prag'daki II. Rudolf kadar hoşgörülü olmayabiliyordu. Kepler sadık bir Lutheryen olarak –aynı zamanda Copernicus'un evren görüşünü benimsemiş biriydi– Katolik egemenliğindeki Graz'da tam da böyle bir değişikliğin ortasında kaldı. İlk başlarda konumu gereği ona biraz hoşgörü gösterildi; ancak 1596'da yöneticinin değişmesiyle birlikte Protestanların üzerindeki baskılar arttı ve Kepler'in yaşamı giderek tedirginlik içinde geçmeye başladı.

"Luther'in talep ettiği reformlar Katolik inancının temel ilkeleriyle çelişen daha asli konulardaydı. Kaçınılmaz olarak Kilise karşı saldırıya geçti."



Sağda:
Bir uzay aracından çekilmiş Mars fotoğrafı görülüyor. Kepler'in "kırmızı gezegen"in gökyüzündeki karmaşık yolunu açıklamak için harcadığı çaba, Güneş Sistemi'nin nasıl işlediğinin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

KEPLER YASALARI

Yermerkezli eski Evren modelinin açıklamakta en çok zorlandığı konu Mars'ın gökyüzündeki ilerleyişiydi. Eğer Mars, gerçekten de Dünya'nın çevresinde dönüyorsa, onun gökyüzündeki hareketi ancak gezegenin bazen hızlandığı, bazen yavaşladığı ve bazen de geri gittiğini kabul etmekle açıklanabilirdi. Matematik yeteneğine güvenen Kepler, yörüngeyi bir haftada bulabileceğini düşündü; ne var ki bu uğraşı yıllar sürdü. Ama bunun ortaya çıkarılması da gezegen hareketlerinin gizemini çözen bir anahtar oldu.

Evren'i açıklamak için kendi kozmoloji sistemini kanıtlama amacına saplanıp kalan Kepler, Copernicus'un kendi modelinin işliyor görünmesi için eklediği karmaşıklıkları –merkezin Güneş'ten uzakta oluşu, gezegenlerin hızlarının sabit oluşu ve en önemlisi de yörüngelerin kesinlikle çember şeklinde oluşu– teker teker ayıkladı. Düşüncesindeki bu son değişiklik çok önemliydi. İlk önce yumurta şeklindeki bir yörünge üzerinde durdu; ama onun sonuçları da gözlemlerle uyuşmuyordu. Sonra elips üzerinde çalışmaya başladığında her şeyin büyülü bir şekilde yerine oturmaya başladığını gördü. Tek bir vuruşla Mars'ın Güneş çevresindeki yörüngesinde yer alan küçük çemberler ve ilmekler ortadan kalkmış, onların yerini kusursuz matematiksel bir açıklama almıştı. Kepler bütün gezegenlerin yörüngelerinin elips şeklinde olduğu ve bu elipslerin odaklarından birinde Güneş'in bulunduğu sonucuna vardı. Bu, Kepler'in gezegenlerin hareketini açıklayan ilk yasasıdır. Onun matematik zekâsından, biri gezegenlerin göreli hızlarını tanımlayan, öteki de gezegenlerin Güneş'ten uzaklıklarıyla Güneş çevresinde dönüş süreleri arasındaki ilişkiyi ortaya koyan, iki yasa daha çıktı. Bu yasaların üçü de yaklaşık 75 yıl sonra Isaac Newton'un, bugün bildiğimiz şekliyle, Güneş Sistemi'ne egemen olan kuvvetleri tanımlama çabasına temel oluşturacaktı.

Sonraki sayfa:
1604'te Kepler de Yılancı Takımyıldızı'nda yeni ortaya çıkan bir yıldız görmüştür –tıpkı akıl hocası Brahe'nin bir kuşak önce gördüğü gibi. Kepler'in o yıldız üzerine yaptığı çalışmasından alınan bu çizimde "N" ile işaretlenmiş yıldızın "adam"ın ayağında olduğu görülüyor. Bugün bunun da bir süpernova –Güneş'ten çok daha kütleli bir yıldızın patlayarak ölümü– olduğu biliniyor.

Aşağıda sağda: Kepler'in hazırladığı *Rudolph Tabloları* hem gökbilimcilere hem de astrologlara, gezegenlerin arka plandaki yıldızlara göre konumunu benzeri görülmemiş bir doğrulukla hesaplama olanağı vermiştir

Kepler için rahatsız edici bir düş kırıklığı da söz konusuydu. Gezegenlerin elips şeklindeki yörüngeleri –ki gözlem sonuçlarıyla apaçık uyuşuyordu– kendi kozmolojisi olan iç içe geçmiş Platon cisimlerinin büyük düzeniyle hiç uyuşmuyordu. Kepler yaşamının geri kalanını bu iki düşüncenin uyuşmasını sağlamaya çalışarak geçirdi. 1609'da yayımladığı *Astronomia Nova* (Yeni Astronomi) adlı kitabıyla da eski yermerkezli Evren modelinin bütün kalıntılarını süpürdü attı. Bunun bir devrime yol açması gerekirdi; ama hiç de öyle olmadı. Kitabı çok az kişi okudu. Okuyanların çoğu da izlemesi zaten zor olan matematiksel açıklamalarla birlikte yer alan gizemli düşünceler nedeniyle okuduklarını anlamadılar.


RUDOLPHINÆ,
TYCHONE.
IOANNES KEPLERUS.

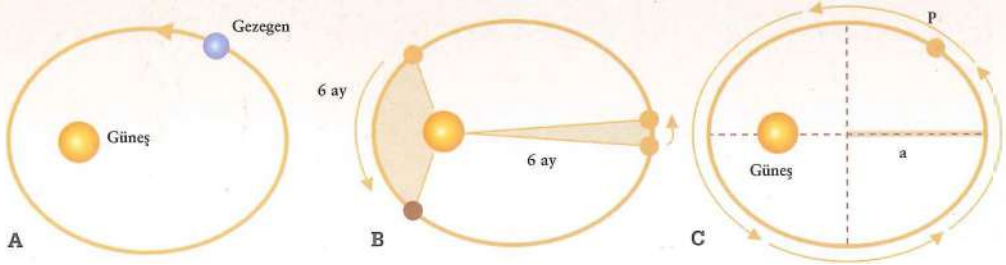
Kepler yaşamının geri kalanında, Tycho Brahe'nin ölümünden sonra atandığı konumunda, Danimarkalının bütün yıldız verilerini derleyip gökbilim tablolarından oluşan bir kitap hazırlamakla geçirdi. Tabloları tamamladı ve 1627'de *Rudolphine Tables* (Rudolph Tabloları) adıyla bastırdı. Bu, Ptolemaios'un *Almagest*'ini gölgede bırakan bir çalışmaydı ve birkaç kuşak boyunca kullanılan en iyi yıldız çizelgesi olarak kaldı. Dünya'yı değiştirecek nitelikteki matematiksel çalışmalarına karşın, 1630'da öldüğünde onun en önemli mirasının bu tablolar olduğu düşünülüyordu. "Orada ne var?" sorusuna verdiği devrimsel yanıt hemen hemen hiç fark edilmedi. Böylesine radikal bir biçimde farklı bir yanıtı insanların kabul edebilmesi için Johannes Kepler'den daha kavgacı, ikna yeteneği daha güçlü ve egosu daha büyük birinin ortaya çıkması gerekecekti.

KEPLER'İN GEZEGEN HAREKETLERİ YASALARI

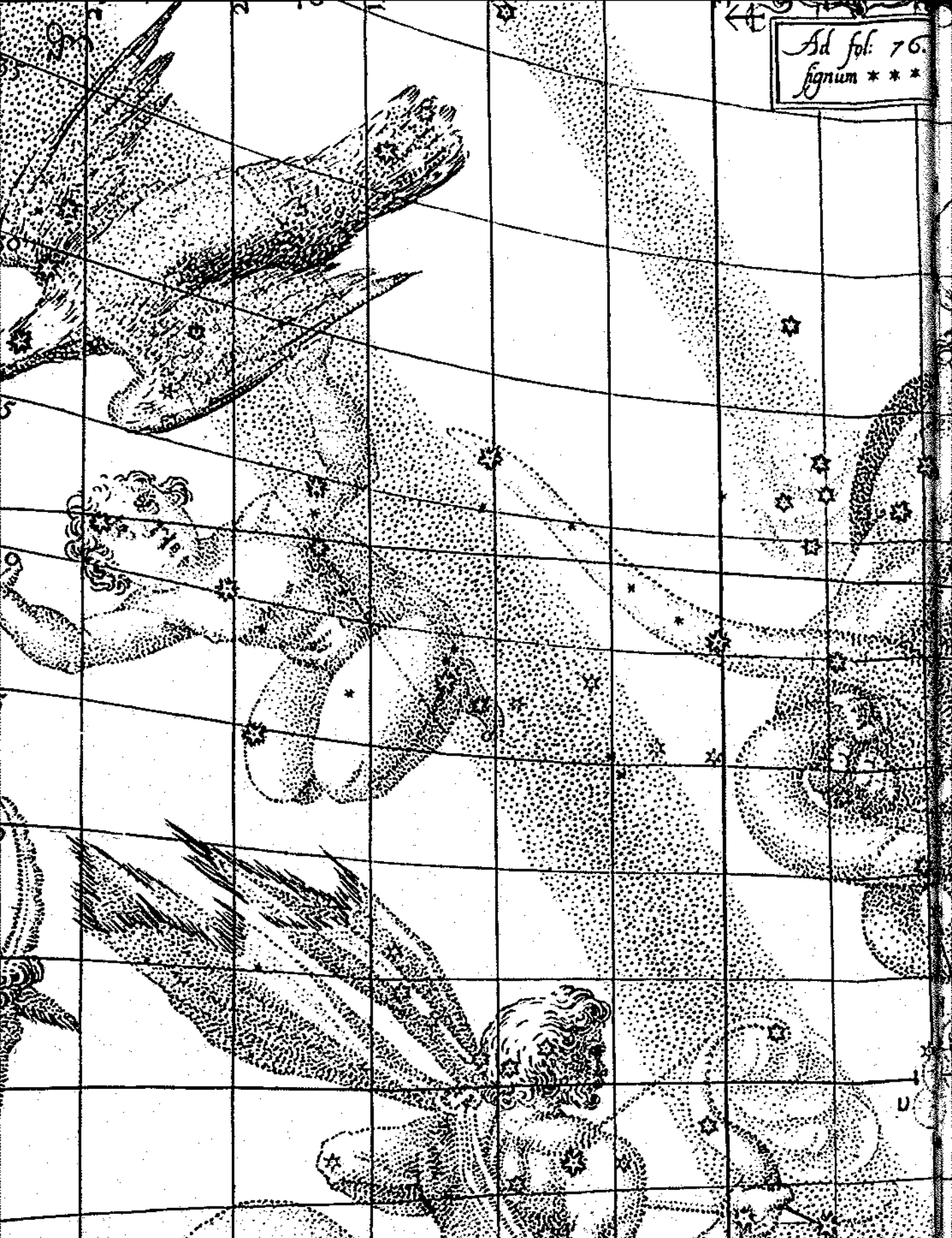
1. (A) Gezegenler elips şeklinde yörüngelerde ilerler. Güneş, bu elipslerin –merkezinde değil– odaklarından birinde yer alır.

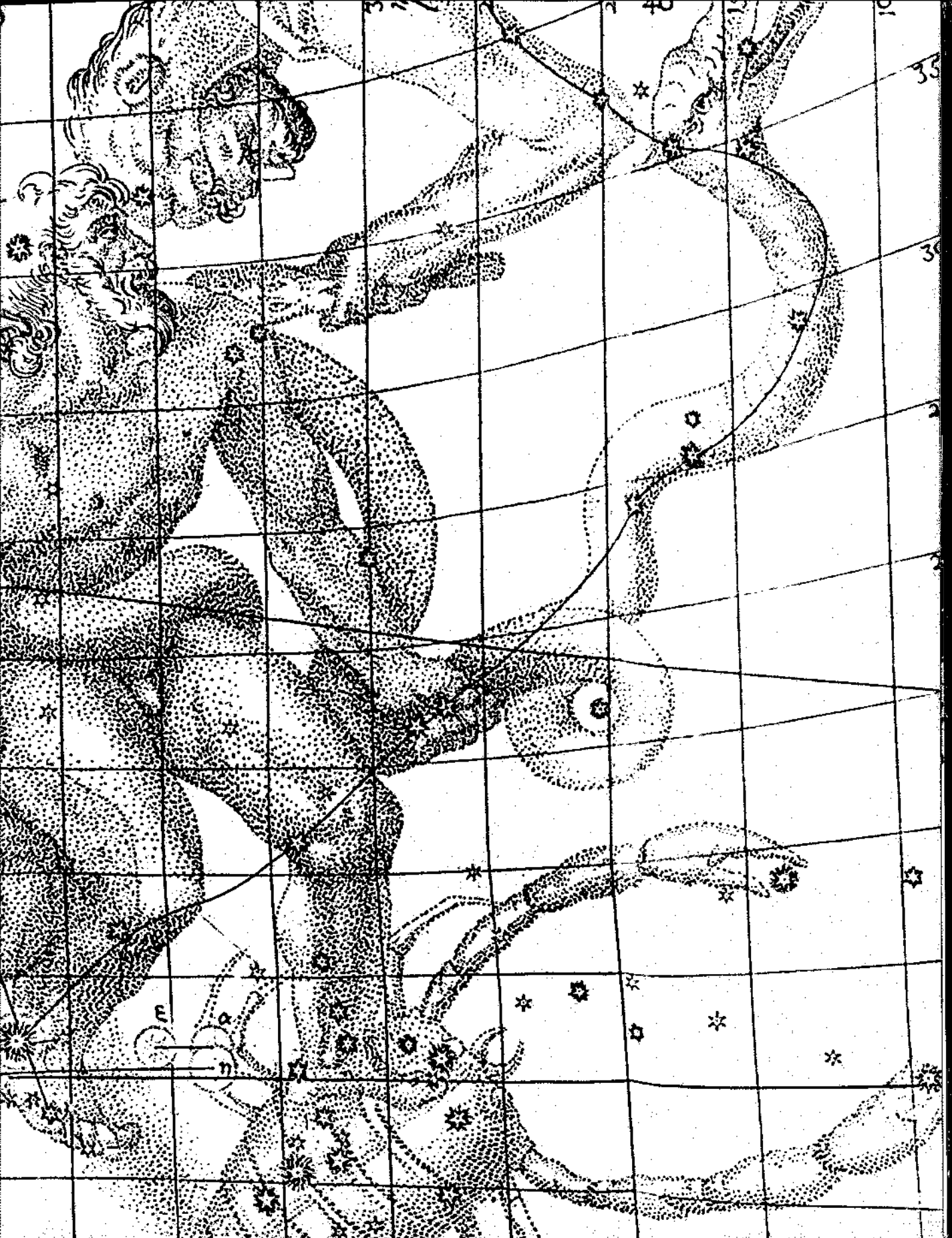
2. (B) Bir gezegenin yörüngesindeki ilerleyiş hızı değişkendir. Öyle ki gezegen ile Güneş'i birbirine bağlayan –varsayımsal– bir doğru eşit zaman dilimlerinde eşit alanları tarar.

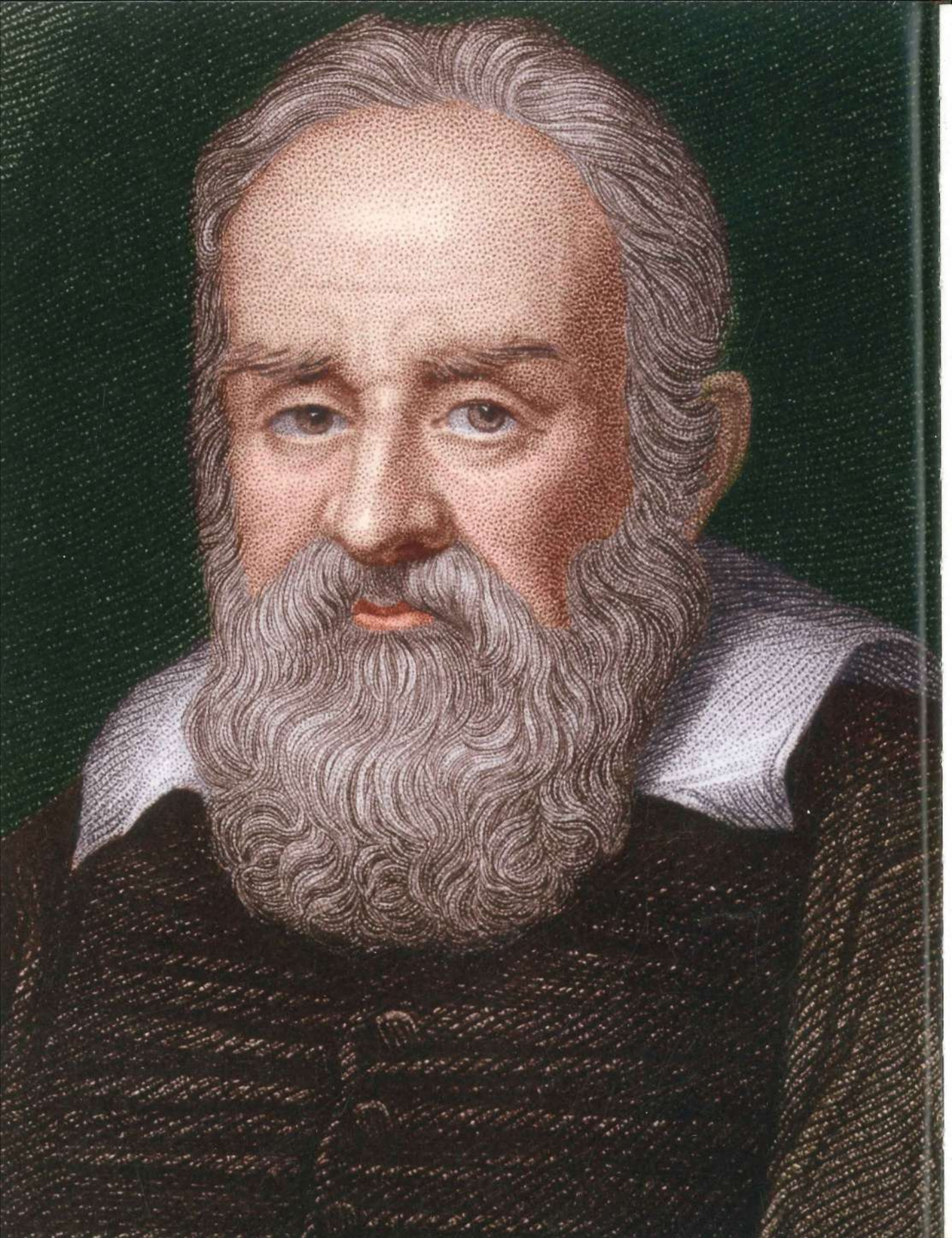
3. (C) Gezegenlerin Güneş'in çevresinde bir tur atmaları için geçen süreye periyot denir. Periyot, P ile gösterilir ve A ile gösterilen yörüngenin büyüklüğüyle bağlantılıdır. P'nin karesi, yarı-büyük eksen a'nın küpüyle orantılıdır. Buradan, uzaktaki gezegenlerin periyodlarının daha büyük olduğu sonucu çıkar.



P = yörüngeyi tamamlama süresi
a = yarı-büyük eksen


Ad fol: 76.
signum * * *


ε
α
η



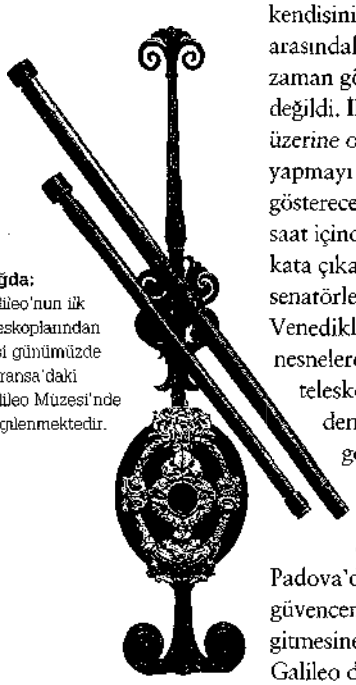
HOLLANDA DÜRBÜNÜ

16. ve 17. yüzyıllar boyunca süren savaşlar bilimin gelişmesi için zemin oluşturmuştu. 1608'in sonlarında Hollanda'da yapılan bir barış konferansından sonra Protestan Hollanda'nın İspanyol yönetiminden kurtulmak için giriştiği Seksen Yıl Savaşları'nın arasındaki on iki yıllık ateşkes dönemine girildi. Konferans sırasında Nassau Prensi Maurice'e Middelburglu gözlük yapımcısı Hans Lippershey tarafından tek gözlü küçük bir dürbün gösterildi. Gözlükler yüzlerce yıldır vardı ve gözlük yapımcıları gerek miyopların kullandığı içbükey merceklerin gerekse rahat okumayı sağlayan dışbükey merceklerin yapımında ustalaşmışlardı. Lippershey'in yaptığı bunlardan birer tane kullanarak ilkel bir teleskop yapmaktı. Aynı yıl buluşu için patent almaya çalıştı ama başvurusu reddedildi. Çünkü aynı tarihlerde bu buluşu kendilerinin yaptığını ileri süren iki kişi daha çıkmıştı. Bu fikrin o dönemde Hollanda'da neden birden ortaya çıkıverdiği çok açık değildir. Ancak savaş alanları açısından taşıdığı potansiyel apaçıktır. Gösteri sırasında çok sayıda diplomatın da bulunması, dürbün haberinin, elçilerin yurtlarına taşıyacakları güzel barış haberleriyle birlikte Avrupa'nın her yanına yayılması anlamına geliyordu. 1609'un başlarına gelindiğinde küçük dürbünler Paris'te Pont Neuf'ta satılmaya başlanmıştı bile. O yaz İtalya'ya da ulaştılar.

"Alet çok basitti: Bir ucunda içbükey bir mercek ve öteki ucunda da dışbükey bir mercek olan borudan ibaretti ve nesneleri üç kat büyük gösteriyordu."

Alet çok basitti: Bir ucunda içbükey bir mercek ve öteki ucunda da dışbükey bir mercek olan borudan ibaretti ve nesneleri üç kat büyük gösteriyordu. Küçük dürbünlerle ilgili haberler Padova'daki bir matematik profesörünün kulağına geldiğinde, profesör kendisinin de onlardan bir tane yapabileceğini düşündü. Bu matematikçi, önemli kişiler arasındaki konumunu yükseltme fırsatını kollayan, amaçlarına ulaşma kararlılığını her zaman gösteren, kavgacı ruhlu ve oturaklı bir adam olan Galileo Galilei'den başkası değildi. İlerideki olası hamilerini etkilemek için karşısına iyi bir fırsat çıkmıştı. Bunun üzerine o da yaşadığı yer olan Padova'nın yöneticisi Venedik Dukası için bir dürbün yapmayı planladı. 1609 yazında bir Hollandalının yakında Duka'ya bir teleskop göstereceği haberleri ortalıkta dolaşmaya başladı. Usta bir zanaatkâr olan Galileo, 24 saat içinde kendi teleskopunu yaptı ve sonra da onu iyileştirerek büyütme gücünü sekiz kata çıkardı. Teleskopu o yılın Ağustos ayında –rakibinden daha önce– cumhuriyetin senatörlerine göstererek ses getirici bir başarı elde etti. Galileo daha sonra "güç sahibi Venediklilerle birlikte kentin en yüksek çan kulelerine birkaç kez çıkıp uzaktaki nesnelere dürbünüyle baktıklarını" yazmıştır. Duka'ya yaptığı sunuş sırasında da teleskopun Osmanlıların saldırılarına karşı her zaman hazırlıklı olması gereken bir deniz ülkesine kazandıracağı üstünlüğü vurgulamak için "çok uzaktaki düşman gemilerini, onlar bizi görmeden iki saat önce görmemizi sağlayacaktır" demiştir. Onun döneminde dünya şöyle dönüyordu: Bir hamiye anlamlı bir armağan verirken bazı kişisel gereksinimler de o sırada kibarca ima edilirdi. Duka da ona cömert bir karşılık verdi; Galileo'nun maaşı iki katına çıkarıldı ve Padova'daki konumunu yaşam boyu koruyacağı güvencesi verildi. Ancak bu güvencenin, dikkat çekmeyen satır arası anlamları da vardı: Galileo'nun başka bir yere gitmesine izin verilmeyecek ve maaşı da bir daha hiç artırılmayacaktı. Bu durumda Galileo da gözlerini başka yerlere dikti.

Solda:
Galileo Galilei 1564-1642: Bu portre 1636'da, Galileo'nun ev hapsi sırasında yapılmıştır.



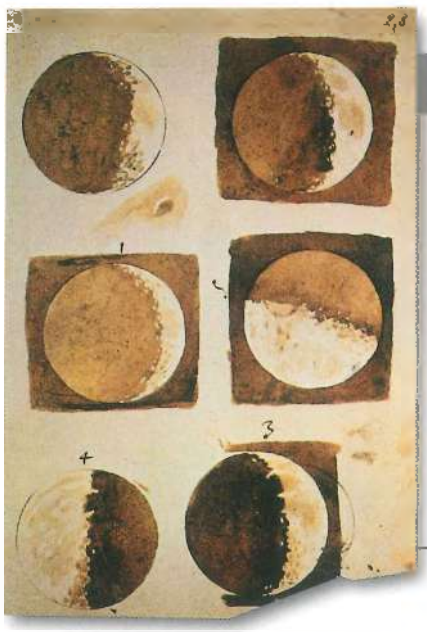
Sağda:
Galileo'nun ilk teleskoplarından ikisi günümüzde Floransa'daki Galileo Müzesi'nde sergilenmektedir.

KUSURSUZ GÖRÜŞ

16. yüzyıl sona ererken Venedik, Rönesans'ın en görkemli günlerini geride bırakıyordu. Batıda okyanusa açılan gemiler Akdeniz ticaretine hâkim olan ve en çok oldukları dönemde sayıları 3.000'i bulan büyük Venedik kalyonlarını geçmişti. Bizans kenti Konstantinopolis'in Osmanlıların eline geçişinden sonra hem insanların hem de kitapların Ege Denizi'ni aşıp İtalya'ya ulaşmasıyla, kültürel ve hümanist Rönesans yükselişinin başlamasını sağlayacak anlayış da gelmiş ve klasik bilgilerin yeniden canlanmasına neden olmuştu. Aynı zamanda Uzakdoğu'ya Osmanlılarla hiç karşılaşmadan gidilebilecek yeni yollara olan gereksinim, Yenidünya'nın –Amerika kıtalarının– keşfinin ve araştırılmasının yolunu açmıştı. Sonuç olarak ekonomik güç İtalya'nın elinden çıkıp Avrupa'nın kuzeyine doğru kaydı. Yine de Venedik hâlâ kültürel merkezdi ve önemli ürünlerinden biri de camdı. Venedikliler 1200'lü yıllardan beri Ortadoğu'dan sodyum külü getirirlerdi. Bu, Venedik Lagünü'ndeki adalardan Murano'daki cam imalatçılarının olağanüstü saflıkta kristal camların yapımında kullandığı en temel maddelerden biriydi. Gerçekte özel yeteneklerinin bilgisinin gizli kalması için Muranolu zanaatkârların Venedik'i terk etmesi yasaktı. 1609 sonbaharında Galileo'nun teleskopunu büyük ölçüde geliştirmesini sağlayan da işte bu camdı. O yılın sonunda Galileo teleskopunun büyütme oranını 20 katına çıkarmıştı.

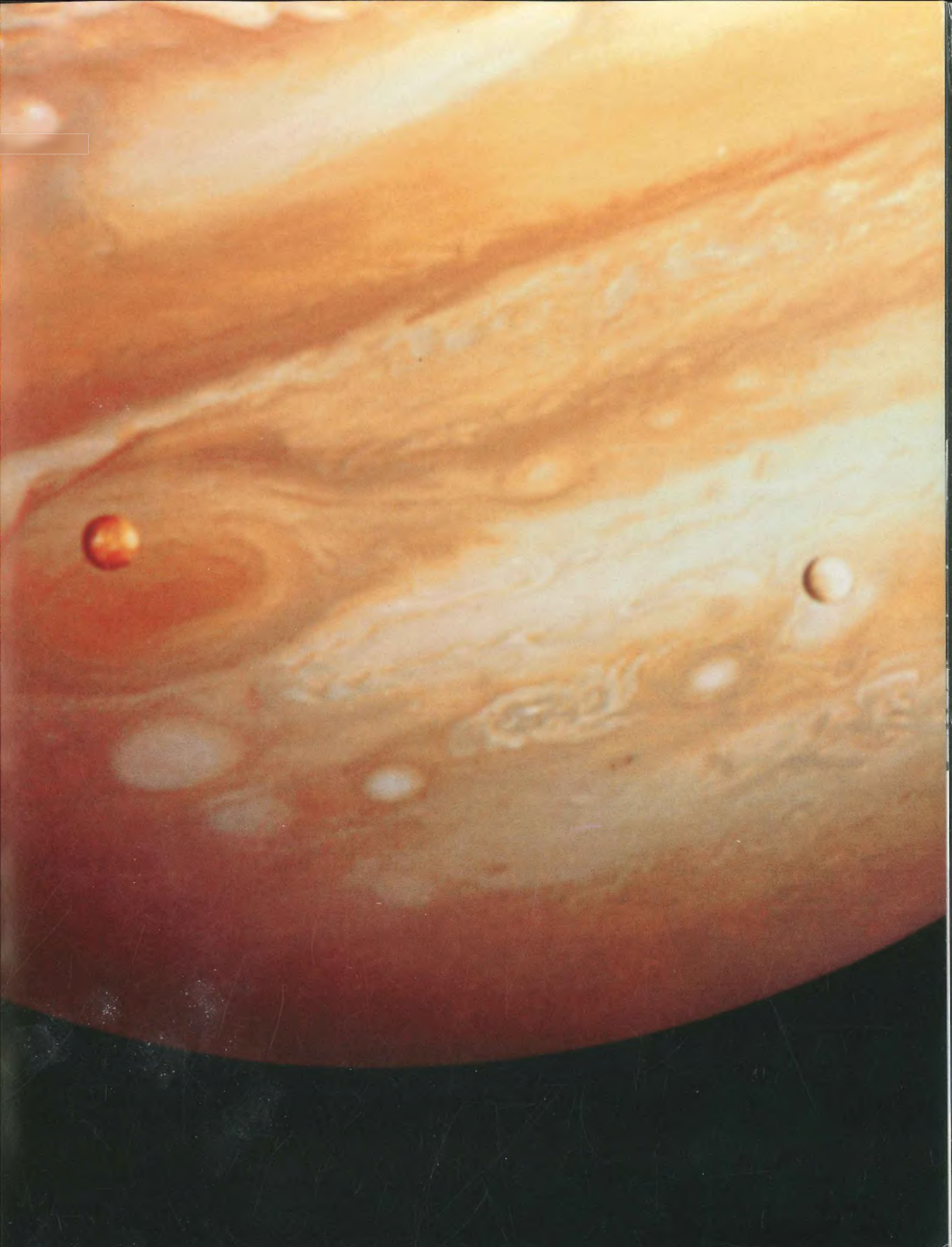
Sağda: Uzay sondaları, Galileo'nun Jüpiter'in çevresinde keşfettiği ve birer dünya olduğunu düşündüğü ışıklı noktaların ne olduğunu ortaya çıkarmıştır. Burada fırtına bulutlarıyla kaplı Jüpiter'in önünden geçmekte olan iki uydusu, yanardağlarla dolu Io (solda) ve yüzeyi buzla kaplı Europa görülüyor.

Galileo, Ay'a yönelik çalışmalarıyla birlikte teleskopunu gökyüzüne de doğrultmaya başlamıştı. Gördüğü ve Ay değişik evrelerdeyken yaptığı sekiz resimle ortaya koyduğu şey dehşet vericiydi. Aristoteles kozmolojisinde tanımlandığı gibi pürüzsüz bir küre yerine, yalçın dağlar, bir gölge hattı ve girintili çıkıntılı bir kenar görmüştü. Sonra gökyüzünde başka nesnelere de bakmaya başladı. Ocak 1610'da Jüpiter'in yakın çevresinde kısa bir hat üzerinde üç yıldız gördü. Üç gece sonra bunlardan biri yok olmuştu. Ondan üç gece sonra o yıldız geri gelmişti ama farklı bir konumdaydı ve bir de



GALİLEO'NUN AY GÖZLEMLERİ

Galileo bu öncü gözlemleri, kendi geliştirdiği teleskoplarla 1609'da yapmıştı. Ay'ın gece ile gündüzünü ayıran çizgisinin bazen çarpık olduğunu (en üstte) bazen de düzgün olduğunu gördü. Çarpıklığa, Ay'daki dağların neden olduğunu düşündü. Gökyüzünde Dünya'ya benzeyen bir gökcismi ilk kez keşfediliyordu. Bu durum gökyüzünün kusursuz ve değişmez olduğunu ileri süren egemen Evren görüşüyle çelişiyordu. Yandaki sayfa *Sidereus Nuncius* (Yıldızların Habercisi -Mart 1610) adlı kitabın 1653 baskısından alınmıştır.



dördüncü yıldız ortaya çıkmıştı. Bu yıldızların aslında Jüpiter'in çevresinde döndüklerini fark etti. Gezegenin uydularını keşfetmişti. Galileo zaten Copernicus'un Evren görüşüne eğilimliydi ancak bu –dolaylı da olsa– çok güçlü bir kanıttı. Eğer Jüpiter'in çevresinde dönen ayları varsa, Dünya'nın her şeyin merkezinde olduğu düşünülen özel konumu artık pek de özel sayılmayacaktı. Galileo keşiflerini yayımlamaya karar verdi. Onları Latince yerine İtalyanca olarak, resimli, kısa ve kolay erişilebilir bir kitap halinde yazdı. Adını da *Siderius Nuncius* (Yıldızların Habercisi) koydu. Fırsatçı davranarak onu Büyük Duka Cosimo II di Medici'ye ithaf etti ve Jüpiter'in bulduğu uydularına da dört Medici kardeşin adlarını verdi. Bu akıllıca bir taktikti ve işe yaradı. 1610 yazında çok yüksek bir maaşla Medicilerin Floransa'daki saray matematikçisi ve düşünürü olarak atandı. Gelecekteki konumunu ve refahını garanti altına almıştı.

"Eğer Jüpiter'in, çevresinde dönen Ay'ları varsa, Dünya'nın her şeyin merkezinde olduğu düşünülen özel konumu artık pek de özel sayılmayacaktı."

YARGILANMA



Solda: Yaygın bilinen öyküye göre duruşma sırasında küçük düşürülen Galileo sonunda inançlarını reddetmeye zorlanmıştır; ama o yine de "Her şeye rağmen (Dünya) dönüyor," diye fısıldamıştır. Ne yazık ki bu öykü, yargılamadan yaklaşık yüz yıl sonra anlatılmaya başlanmıştır ve doğru olduğuna ilişkin hiçbir kanıt yoktur.

Galileo'nun bundan sonraki yaşamöyküsü –Kilise'yle çatışması, sapkın suçlamasıyla yargılanması ve hapis cezası– bilim tarihinin dönüm noktalarından biri olarak göze çarpar. Ancak gerçek genellikle anlatıldığı kadar basit değildir. Aslında bütün olup bitenler sapkınlıkla değil de otoriteyle ilgiliydi. Galileo'nun ortaya koyduğu bilgiler, Kilise'nin sıkı denetim altında tutmak istediği bir sınır bölgesine yavaş yavaş girmeye başlamıştı. Galileo'nun teleskopuyla yaptığı gözlemler Copernicus kuramına olan güvenini giderek artırıyordu. Yalnızca Jüpiter'in aylarını ve pürüzlü Ay yüzeyini görmekle kalmamış aynı zamanda Venüs'ün bütün evrelerini –Güneş'in çevresinde döndükçe değişen aydınlanmasını ve Dünya'nın önünden geçerken gölgeye girip çıkmasını–gözlemişti. İlk başta onun bu keşifleri sonuçları açısından herhangi bir yorum yapılmadan, olduğu gibi kabul ediliyordu. 1611'de Galileo'nun, aralarında Papa'nın da bulunduğu seçkin bir izleyici kitlesi vardı. Bu durum sonuç olarak Floransa'daki hamileri için de bir onur kaynağıydı. Ama kısa süre sonra işleri yavaş yavaş ters gitmeye başladı. Güneş lekelerinin keşfini sahiplenmeye kalkarak etkili bir Cizvit gökbilimcinin düşmanlığını kazandı. Bu sırada Copernicusçuluğu desteklediği de halk arasında daha bilinir oldu. Bu kuramın İncil'in öğretilerine ters düşüp düşmediğini endişeyle soran Toskana Büyük Düşesi'nin mektubuna yanıt olarak yazdığı mektupta Galileo, "Kutsal kitapta anlatılanların otoritesi değil, duyumsal deneyimler ve gerekli kanıtlar öncelikli olmalıdır," demişti. Bu, bugün bilimsel yaklaşım olarak düşündüğümüz şeyin en eski anlatımlarından biriydi. Ama aynı zamanda Galileo'nun bilimsel çalışma dünyasının, kutsal düşüncelerle eşit konumda olması gerektiğini de söylemeye başladığını gösteriyordu. Bunlar, üzerinde durulması tehlikeli konulardı. 1616'da Papalık kurulunun Copernicus'un kuramının gerçekte sapkın olduğu sonucuna varmasından sonra Galileo'ya güneş merkezli sistemi benimsememesi ve onu savunmaması salık verildi.


DIALOGO
DI
GALILEO GALILEI LINCEO
MATEMATICO SOPRAORDINARIO
DELLO STVDIO DI PISA.
E Filosofo, e Matematico primario del
SERENISSIMO
GR.DVCA DI TOSCANA.
Dove ne i congressi di quattro giornate si discorre
sopra i due
MASSIMI SISTEMI DEL MONDO
TOLEMAICO, E COPERNICANO;
CON PRI VILEGI.
IN FIORENZA, Per Gio: Batista Landini MDCXXXII.
CON LICENZA DE' SUPERIORI.

Yukarıda: Galileo, görüşleri geniş kitlelere ulaşabilsin diye *Dialogo*'yu Latince değil de halkın dili olan İtalyanca yayımlamıştı.

Kuyrukluyıldız kuramları üzerine yazdığı bir eleştiride Galileo, kendini bir kez daha Cizvit gökbilimcilerle giriştiği kamuya açık bir tartışmanın içinde buldu. Bunun ardından yazdığı bir kitapta da Evren'in yasalarının "matematik diliyle yazıldığı"nı vurguladı. Yine de eski arkadaşı olan yeni Papa VIII. Urbanus ile yaptığı bir görüşme iyi geçti ve iki dünya görüşünün –Ptolemaios'unki ile Copernicus'unki– karşılaştırıldığı ve tabii ki Copernicus'unkinin doğru olmadığını gösteren bir kitap yazması salık verildi. Bunun üzerine o da 1632'de *Dialogo Sopra i Due Massimi Sistemi del Mondo*'yu (İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog) yazdı. Kitabında her iki modeli de destekleyen ve onlara karşı çıkan savları, üç karakterin arasında geçen diyaloglar şeklinde ortaya koyuyordu. Ama kitabında Ptolemaios'un görüşlerini Simplicio adlı –"alık" anlamına gelen bir sözcükten türetilen bir ad– karaktere savundurtmakla ve böylece kendisinin de Copernicus'u savunan biri olarak görülmesini sağlamakla oldukça ileri gittiği genel olarak kabul edilir. Bunu fırsat bilen Engizisyon, Galileo'nun Copernicusçuluğu savunma yasağını deldiği gerekçesiyle yargılama sürecini başlattı. İyi bilindiği gibi duruşmada Galileo, suçlu olduğunu kabul etti ve sözlerini geri aldı; *Dialogo* da yasaklandı. Galileo sapkın ilan edildi ve yaşamının geri kalanını ev hapsinde geçirmekle cezalandırıldı. Ama daha da önemlisi Vatikan'ın bilgi üzerindeki otoritesi yeniden kurulmuş oldu: Gerçekler, Kilise'nin öğretisinde yer aldığı gibiydi.

BİLİMİN BABASI

Her zaman olduğu gibi baskının uzun erimli sonucu hiç de Kilise'nin içindeki bazı grupların umduğu gibi olmadı. Kitap İtalya dışına kaçırıldı ve Avrupa'nın her yanındaki aydınlar onu büyük bir hevesle okudu. Her ne kadar Galileo, ortaya tartışılmaz bir kanıt koymamış olsa da o kuşak içinde Güneş'in Dünya'nın çevresinde döndüğüne inanan eğitimli çok az kişi kalmıştı. Gerçekte bu kanıt için aygıtların yıldız paralaksını –Dünya'nın Güneş'in çevresinde dönerken yıldızların birbirlerine göre konumlarının kayması– gözlemleyebilecek denli duyarlılaşacağı yüz yıl sonrasını beklemek gerekecekti. Ama Kepler ve Galileo'dan sonra soru artık "gezegenlerin nasıl hareket ettiği" olmaktan çıkmış, bunun yerini "onların orada nasıl durduğu" almıştı.

Kuşkusuz Galileo'nun en büyük başarısı çok farklı bir "doğa felsefesi" kurmuş olmasıdır. Yaşamını fizik, akışkanlar ve mekanik alanlarında matematiksel ve deneysel çalışmalar yaparak geçirmişti. Atışların ve düşen nesnelerin ivmelenmesinin matematiksel yasalarını ortaya koydu. İyi bilindiği gibi değişik büyüklük ve ağırlıktaki nesnelerin aynı hızla düştüğünü kanıtladı –ancak Pisa Kulesi'nden çeşitli gülle ve tüyleri attığına ilişkin anlatılanlar, birer rivayet olmanın ötesine geçememiştir. Ayrıca nesnelerin suda yüzmesinin onların şekillerine değil de yoğunluklarına bağlı olduğunu da göstermiştir.

Galileo 1642'de 77 yaşında öldü. Floransa'da hapsedildiği Arcetri tepelerindeki evi hâlâ yalıtılmış halde durur. Son on yılında yaşlı adam yavaş yavaş kör oldu ve güçten düştü. Zamanını yaşamı boyunca yaptığı çalışmaların sonuçlarını derlemekle geçirdi. Onun bütün çalışmaları gözleme ve deneye dayanıyordu. Modern bilim insanlarının çalışmalarının temelinde de gözlenebilen ve yinelenebilen olaylardan kanıtlar toplamak ve bir sav oluşturmak yatar. Galileo'nun "bilimin babası" olarak adlandırılması da olasılıkla bu nedenledir.

D.E.Ü. MERKEZ KÜTÜPHANESİ



AÇIK DENİZLER

1492'de Kristof Kolomb'un keşfiyle birlikte Amerika kıtalarına giden deniz yollarının açılması ve ardından gelen gözü pek kâşifler dünyayı değiştirdi. Dünyanın çevresini dolaşmak için 1519'da başlatılan ilk yolculuk, Avrupalı deniz ülkelerinin sınırlarını benzersiz bir şekilde genişleteceğinin habercisiydi. Gerçekten de 16. yüzyıl, küresel deniz yolculukları çağı oldu. Yenidünya'dan çıkarılan altın ve gümüşün İspanya, Portekiz, Hollanda ve İngiltere'ye sağladığı refah çok büyüktü. 16. yüzyılın sonlarında Amerika kıtalarından gelen gümüş, İspanya bütçesinin beşte birini oluşturuyordu. Bu yeni küresel ticaret ve okyanuslarda düzenlenen keşif seferleriyle birlikte aslında yüzlerce yıldır farkında olunan bir sorunun acil olarak çözülmesi gereği doğdu: Dünyanın batısında ya da doğusunda herhangi bir konumun, yani boylamın, doğru olarak hesaplanması gerekliydi. Yayılmanın ilk dönemleri boyunca yıldızların, gezegenlerin ve Ay'ın konumunun hesaplanması sorununa bir çözüm bulma çalışmalarında ekonomik baskıların önemli bir rolü oldu. İspanya ve Hollanda hükümetleri çözüm için para ödülü koydu. Fransızlar denizciliği geliştirmek amacıyla Académie Royale des Sciences'ı (Kraliyet Bilimler Akademisi) kurdu. İngiltere'de de 1675'te Greenwich'te Royal Observatory (Kraliyet Gözlemevi) açıldı. O dönemde gökbilim hem en önemli bilimsel çalışma alanı hem de Avrupalı aydınların günlük konuşma konularından biri oldu.

Solda: Filosu 1492'de Bahamalar'a vardığında Kolomb, Uzakdoğu'ya geldiğini sanmıştı. Sonraki yıllarda Doğu ile Batı arasında yeni ticaret yollarının açılması, boylamların duyarlı bir şekilde hesaplanması gereksinimini doğurdu.

ENLEM VE BOYLAM



İlk gökbilim gözlem aygıtlarından usturlap, Jacop çubuğu ve kadran gemicilerin, bulundukları enlemi (Ekvator'un ne kadar güneyinde ya da kuzeyinde olduklarını) Güneş ya da bilinen bazı yıldızlarla ufuk arasındaki açıyı ölçerek kolayca saptamasına yetiyordu. Boylamsa çok farklı bir konuydu. Gezegen, kendi ekseninde 24 saatte bir dönüyordu. Bu nedenle çözüm için, gemi okyanustaki konumundayken yola çıktığı limanda saatin kaç olduğunun bilinmesi gerekiyordu. Aradaki zaman farkından oradan ne kadar uzaklaşıldığı ortaya çıkacaktı. Ne var ki güvenilir ve hassas ilk saatler (Yorkshireli marangoz John Harrison'ın yaptığı kronometre) ancak 1700'lü yılların sonunda gemilerdeki yerini alabildi. 19. yüzyılın ortalarına kadar da çok pahalı bir aygıt olarak kaldı. Buna alternatif bir yöntem "Ay uzaklığı" adıyla biliniyordu ve Yerküre'nin değişik yerlerinden Ay'ın yıldızlara göre konumunun nasıl görüneceği bilgisine dayanıyordu. Bunun için de Ay'ın uzaklıklarının derlendiği –binlerce gözlemin sonucunda oluşturulabilecek– tablolara gerek vardı. Bu tablolar, gemideki kronometre bozulursa diye, yakın bir tarihe kadar hep korunmuştur.

BAHİS

16. yüzyılın sonlarına gelindiğinde Londra küresel ticaret sayesinde çok varlıklı bir kent olmuştu. Arka arkaya gelen veba salgınları atlatılmış, 1666'daki Büyük Yangın da muazzam bir inşaat ve yenilenme hareketinin başlamasını sağlamıştı. Başkentin her yanında türeyen kahvehanelerde insanlar günlük sorunları üzerine konuşuyor, anlaşmalar yapıyor, karşıt dünya görüşleri üzerine tartışıyor, uzak ülkelere ilişkin öyküleri dinliyor ve hepsinden önemlisi bilgi ve haberleri birbirlerine iletiyorlardı. 1684'te Jonathan's and Garraway's kahvehanelerinden birinde düzenli olarak buluşan üç adam bir bahse tutuştu. Londra'yı yeniden inşa eden mimar Christopher Wren, bugün adıyla anılan kuyrukluyıldız dolayısıyla tanıdığımız Edmund Halley ve İngiltere'nin ulusal bilim akademisi olan Londra'daki Royal Society'de (Kraliyet Derneği) deneyler tasarlayıp düzenleyen Robert Hooke gezegenleri Güneş'in çevresindeki yörüngelerinde neyin tuttuğu sorusu üzerine tartışıyorlardı. O dönemin gözde açıklaması manyetizmaydı. Tartışma sırasında, ters kare yasasına uyan yani gezegenin Güneş'ten uzaklığının karesiyle orantılı olarak azalan o kuvveti kimin bulacağına ilişkin toplam 2 sterlinlik –ya da 250 fincan kahvelik– bir bahse tutuştular. Bu, üzerinde konuşulan bir fikirdi ama matematiksel olarak kanıtlanması çok zordu.

"Gezegenleri Güneş'in çevresindeki yörüngelerinde neyin tuttuğu üzerine tartışıyorlardı. O dönemin gözde açıklaması manyetizmaydı."

Aşağıda: 17. ve 18. yüzyıllarda kahvehaneler çok popüler buluşma mekânlarıydı ve birçok bilimsel gelişmeye de sahne olmuşlardı



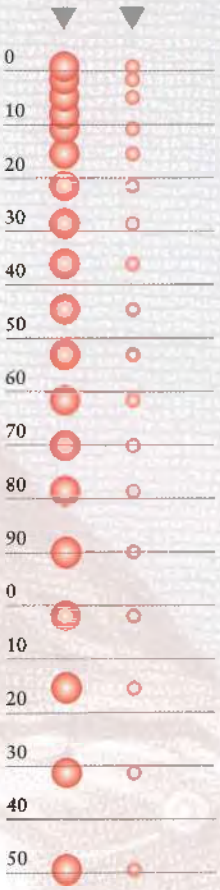
KÜTLEÇEKİM



Isaac Newton
1643–1727

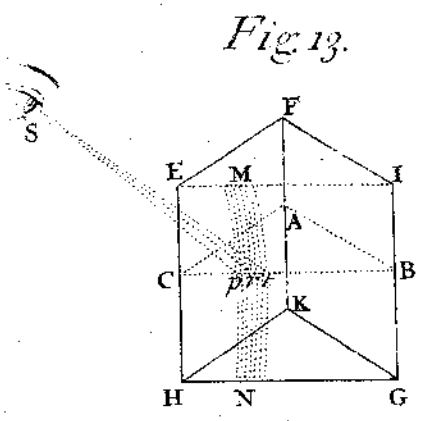
O yılın sonlarında Halley, Cambridge'e gittiğinde üniversitenin –özellikle optik alanındaki çalışmalarla– çok büyük bir bilimsel ünü olan Lukasçı matematik profesörü Isaac Newton'a da uğradı. Halley ters kare yasasını ona da sordu ve Newton bunu çoktan çözmüş olduğunu –ama çözümün bulunduğu kâğıtları o anda bulamayacağını– söylediğinde çok şaşırdı. Halley'in yüreklendirmesiyle Newton, bu görüşmeden sonra yaklaşık 20 yıl önce yaptığı çalışmaların üzerinden bir kez daha geçti ve onları bir kitapta topladı. Aslında kitabın basımını hem Halley'in hem de Newton'un etkili birer üyesi olduğu Royal Society yapabilirdi. Ancak Royal Society kısa süre önce Francis Willoughby'nin balıkların doğal tarihi üzerine yazdığı bir kitaba yüklüce miktarda para yatırmıştı; ne yazık ki kitap da satılmamıştı. Bu durumda Halley devreye girdi ve baskı maliyetini üstlendi (ona balık kitabının nüshalarıyla geri ödeme yapıldı). Newton'un çalışmaları için Halley iyi ki böyle bir işe girişmişti. 1687'de basılan kitap bilime yapılan gelmiş geçmiş en büyük katkılardan biri oldu. Kısaca *Principia* olarak bilinen kitabın adı *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*'ydı (Doğa Felsefesinin Matematiksel İlkeleri).

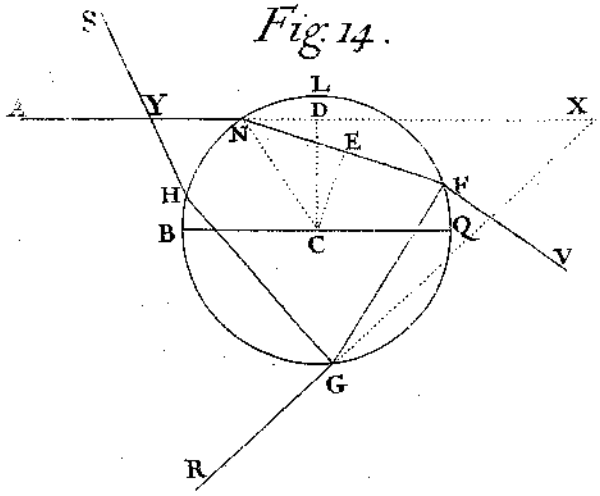
Bilim tarihi genellikle çok parlak zekâların, birdenbire akla gelen fikirlerin ya da hamamdan "buldum" diye bağırarak çıkan adamların öyküleri şeklinde anlatılır. Gerçek durum oldukça farklıdır: Düşünceler dönemin entelektüel ve kültürel ortamında doğar ve konuşulmaya başlanır; teknolojik gelişmeler birtakım şeylerin görülebilmesini ya da anlaşılabilmesini sağlar; tarihsel olaylar da değişim için bazı fırsatlar sunar ve baskı oluşturur. Olaylar her zaman bir bağlamın içinde gerçekleşir. Isaac Newton ve onun yaptıkları da öyleydi. Ama o gerçekten de "dâhi" denebilecek birkaç kişiden biriydi. 1643'te Lincolnshire'daki Woolsthorpe'ta doğan Newton'un karmaşık bir kişiliği vardı. Çocukluğu ve gençliği acılar içinde geçti. Hatta bir defasında annesini ve üvey babasını onlar içindeyken evi yakmakla tehdit etmişti. Evinden uzakta eğitim aldı. Üvey babasının ölümü üzerine 16 yaşındayken çiftliği yönetmek için geri döndü. Berbat bir çiftçiydi. Cambridge Üniversitesi'ne döndü; ancak eğitimini karşılayabilmek için başka öğrencilerin uşaklığını yapan öğrencilerden biri oldu. Çıkan büyük veba salgınından kaçmak için 1665'te Lincolnshire'a geri döndü. Orada iki yıldan biraz daha uzun bir süre içinde kendisini ileride en ünlü bilim insanlarından biri yapacak bilimsel ve matematiksel çalışmalarını yaptı. Ketum, münzevi ve saplantılı bir yetişkin –aynı zamanda çok yetkin bir bilim insanı– olarak 1667'de Cambridge'e Trinity College'a döndü. Newton'u ve onun başarılarını bilimsel düşünüşün hâlâ geçerli parlak örneklerinden biri olarak –örneğin Aydınlanma'nın deniz feneri gibi– görmek her zaman kolay olmuştur. Halbuki onun, kendisini sapkınlığa çok yaklaştıran sıra dışı bir dinsel inancı vardı ve en önemli amacını Tanrı'nın aklını okumak olarak açıklıyordu. Hatta, yaşam boyu sürdürdüğü çalışmalarının büyük bölümü simya üzerineydi. Gerçekte Newton, gizemcilik ve büyü ile gerçek bilimin başlangıcı arasında, kuşkulu bir yerde duruyordu.

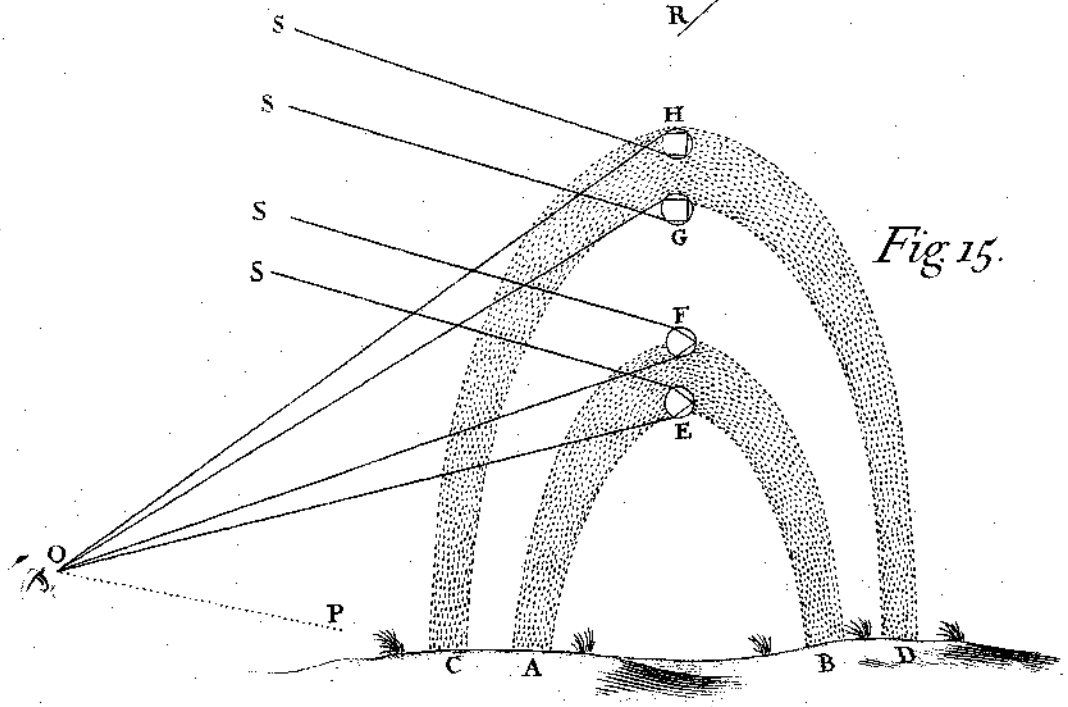


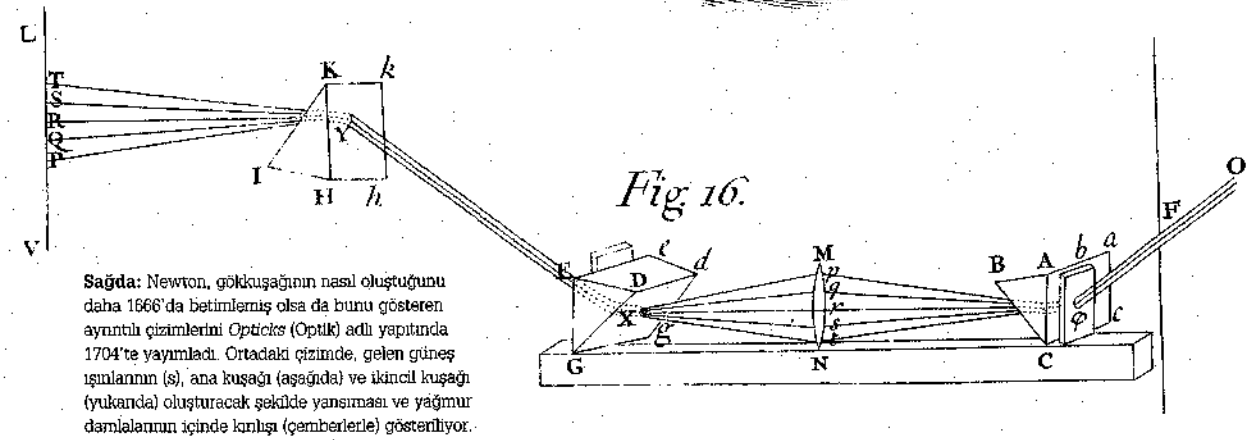
Yukarıda: Galileo'nun tanımladığı düşme yasası, havanın direnci göz ardı edilirse, birbirinden farklı ağırlıktaki iki nesnenin aynı şekilde ivmeleneceğini ve aynı anda yere çarpacağını gösterir.

1684'te Edmund Halley kendisini görmeye geldiğinde Newton, gökkuşağının prizmadan geçirilen renkli ışınlarının birleşerek beyaz ışık oluşturduğunu daha yeni göstermiş ve böylece tayfın doğasını ortaya çıkarmıştı. Bir de hareketin çözümlenmesinde yararlanabileceği ve günümüzde kalkülüs olarak bilinen yeni bir matematik geliştirmişti. Ve Halley'e söylediğine göre gezegenleri Güneş'in çevresinde tutan kuvvete yönelik de zaten çoktan çalışmıştı. Fazlasıyla karmaşık matematik işlemleri tamamladığında böyle bir kuvvetin elips şeklinde yörüngelere yol açacağı

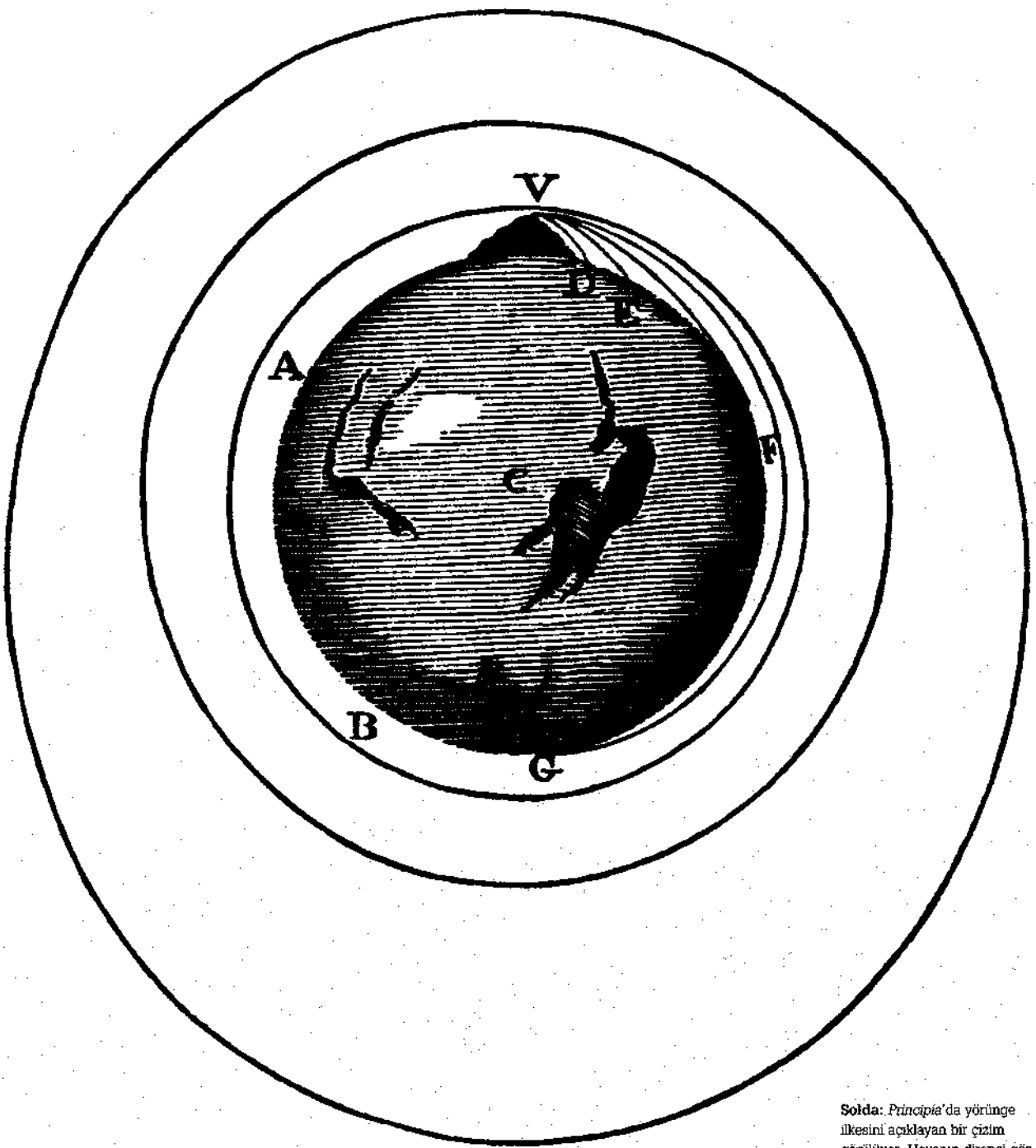




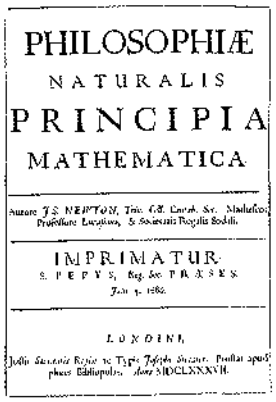




Sağda: Newton, gökkuşağının nasıl oluştuğunu daha 1666'da betimlemiş olsa da bunu gösteren ayrıntılı çizimlerini *Opticks* (Optik) adlı yapıtında 1704'te yayımladı. Ortadaki çizimde, gelen güneş ışınlarının (s), ana kuşağı (aşağıda) ve ikincil kuşağı (yukarıda) oluşturacak şekilde yansıması ve yağmur damlalarının içinde kırılışı (çemberlerle) gösteriliyor.



Solda: *Principia*'da yörünge ilkesini açıklayan bir çizim görülüyor. Havanın direnci göz ardı edildiğinde yeterince yüksek bir tepeden yeterli bir hızla fırlatılan bir nesne hiçbir zaman Dünya'ya düşmeyecektir; onun yerine gezegenin çevresindeki bir yörüngede sürekli dönecektir.


PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA

Autore J.S. NEWTON, Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheseos Professore Lucasiano, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR
S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES
Jun. 5. 1686.

LONDINI,
Jussu Societatis Regiæ ac Typis Josephi Streater. Prostat apud plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.

Yukarıda: Isaac Newton'un *Principia*'sı üç cilt halinde 1687'de yayımlandı. İlk baskısı 300 adet yapılmıştı; ikinci baskı 1.000 dolayında oldu.

ortaya çıkmıştı. Sonuç Kepler'in gezegen hareketi yasalarıyla örtüşüyordu. Sonra yörüngelerin bu matematiksel açıklamasını Galileo'nun düşen nesneler ve atış hareketi deneylerinin sonuçlarıyla birleştirdi ve gezegenlerin neden bulundukları yörüngelerde olduklarını açıkladı.

EVRENSEL YASALAR

Principia'da kütleçekim kuvvetinin doğası tanımlanıyor ve hareketin yasaları açıklanıyordu. Bu yasalar, bir gülle için geçerli olduğu gibi Ay için de, Güneş'in çevresinde dönen bir gezegen için de, hatta yere düşen bir elma için de geçerliydi. Newton'un gençliğinde düşen bir elmayı görmesi ve aynı kuvvetin Ay'a kadar etkili olacağını fark etmesinin uydurma bir öykü olduğu kesin gibidir –yaşamının ileriki dönemlerinde bu keşfin kendisine ait olduğunu göstermek ve ölümsüzleşmek amacıyla Newton'un anlattığı bir öyküdür. Newton'un kişiliğinin rahatsızlık verici bir yanı da vardı. Newton, ilk Kraliyet Gökbilimcisi John Flamsteed'e ve hem optik alanındaki hem de kütleçekimin tanımlanmasına yönelik çalışmaları kendisininkilere yaklaşan ve bazen de örtüşen Robert Hooke'a karşı yaşam boyu süren bir kin beslemiş ve onlarla sürekli tartışmıştı. Öyle ki bu kinini Hooke'un ölümünden sonra da sürdürmüştür. Royal Society'nin başkanlığını yaparken bir taşınma sırasında Hooke'un tek portresinin kaybolmasını sağlamış ve böylece ezeli rakibinin görüntüsünün gelecek kuşaklara ulaşmasını engellemiştir.

Newton'un yasalarının en güçlü yanı onların evrensel oluşudur. Çalışmaları Newton'u, amacı olan "Tanrı'nın aklını görme"ye yaklaştırmış olmalıdır. Bilim tarihi açısındansa ender rastlanan bir dönüm noktası olmuştur. O, fizik yasalarının her şeye uygulanabilir olduğunu göstermiştir. Günümüzün modern dünyası bu yasaları anlamamız üzerine kuruludur. Örneğin dünyamız o yasaların, iletişim uydularını uzaya taşıyan roketlerin ivmelenmesindeki rolünü ya da artık vazgeçilmez olan iletişim sistemlerimizin sürekliliğini sağlayan bu uyduların Dünya'nın çevresindeki yörünge hareketlerindeki rolünü anlamamıza dayanır.

NEWTON'UN HAREKET YASALARI

BİRİNCİ YASA **Bir nesne kendisine bir kuvvet uygulanana değin hareketsiz kalır ya da hareketini sürdürür. Örneğin bir top, sürtünme onu yavaşlatana değin yuvarlanmaya devam eder.**

İKİNCİ YASA **Bir nesneye etki eden bir kuvvet, o nesnenin ivmesi ve kütlesiyle tanımlanır:**

$$F = ma$$

ÜÇÜNCÜ YASA **Her etki için ona eş ama ters yönde bir tepki vardır. Örneğin ateşlenen bir silahtan mermi hızla uzaklaşırken silah da geri teper.**

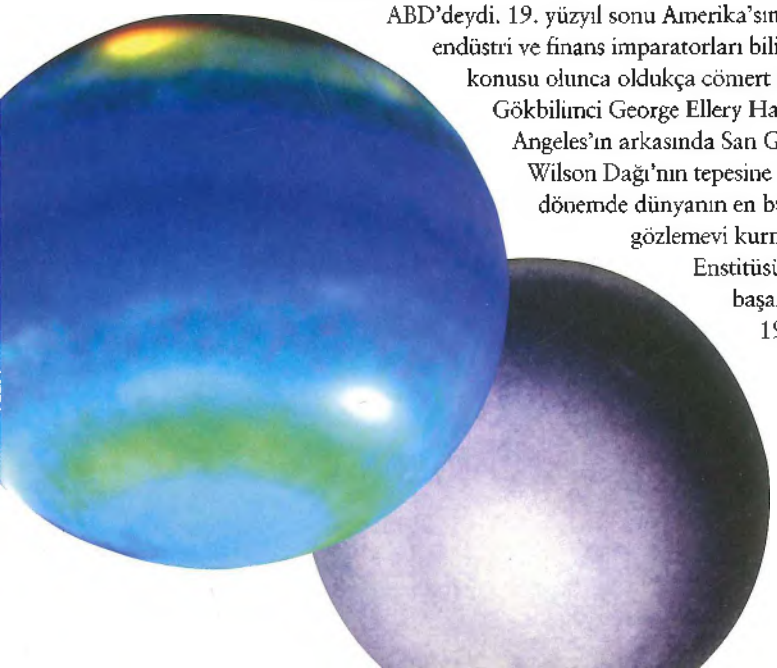
Kütleçekim kuvvetinin gezegenleri yörüngede nasıl tuttuğunu göstermek için Isaac Newton bir düşünce deneyinden yararlanmıştır. Atmosferi aşan yükseklikte bir dağın tepesinde bir top olduğunu düşünmüştür. Eğer bu top yavaşça ateşlenirse, kütleçekim kuvveti gülleyi Dünya'ya çekecektir. Öte yandan eğer top çok güçlü ateşlenirse, gülle Dünya'nın kütleçekiminden kurtulacak ve uzayda kaybolacaktır. Ama öyle bir hızla atılabilir ki gülle, kütleçekim kuvveti tarafından belirlenen bir yörüngede hep Dünya'nın çevresinde ilerler –tıpkı Ay gibi.

Newton'un çalışmasının yayımlanmasından sonraki yüzyılda "evrensel yasalar" düşüncesi yerleşti ve ekonomi, canlı bedeni, hatta akıl gibi birçok başka alanda da uygulanmaya başladı. Matematiksel olarak tanımlanmış ve ciddiye alınması gereken kuramlar için de "Newtoncu" sözcüğü kullanılır oldu.

PARANIN PEŞİNDE

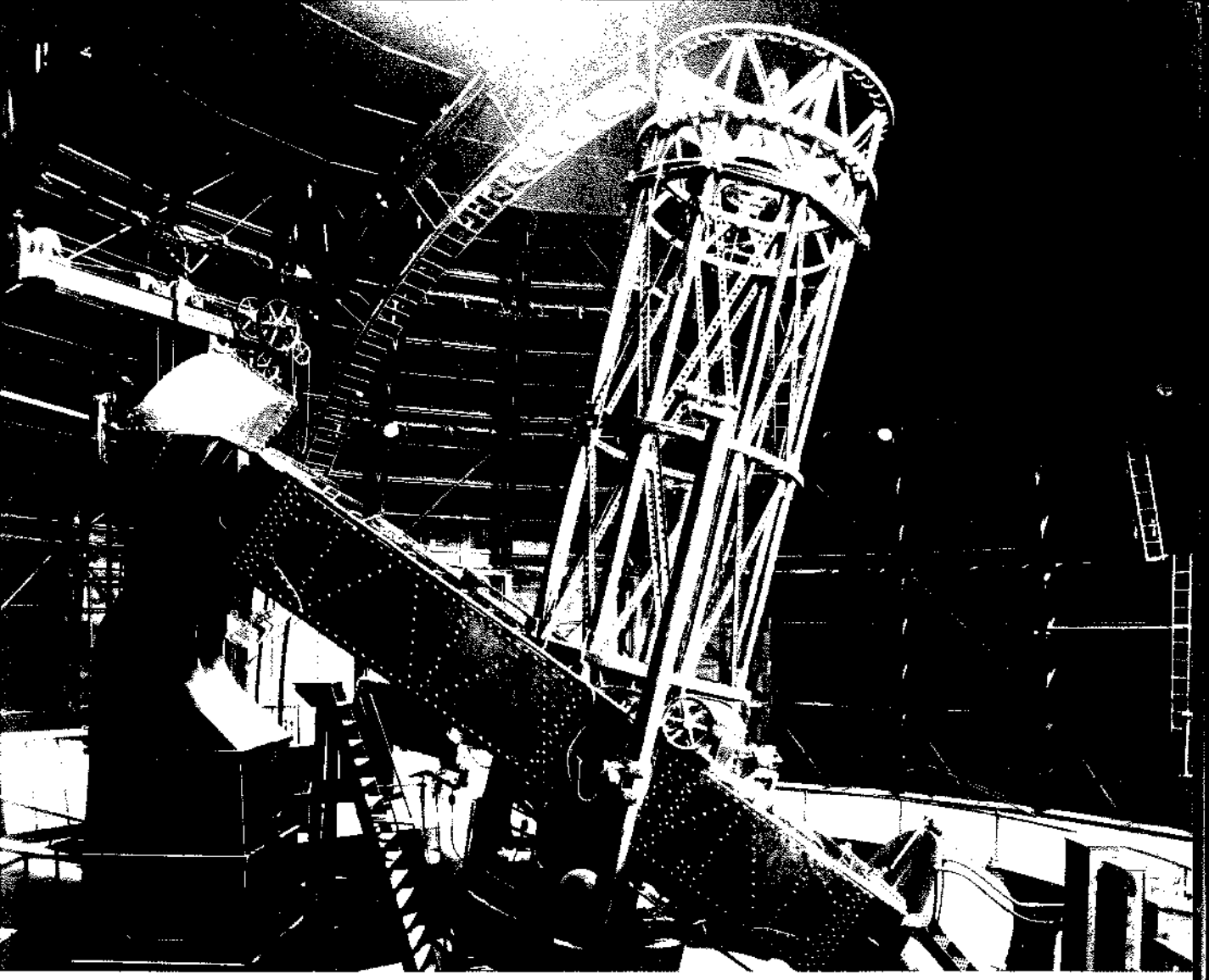
18. yüzyılın ortaları gökbilimin görkemli zamanlarıydı. Boylam sorununun çözümü için yıldızlara yönelik çalışmalara para akıtılıyordu. Royal Observatory gelişmişti ve III. George –günümüzde daha çok Kral Deli George olarak bilinir– bilimsel çalışmaları destekliyordu. Teleskoplar ve onlarla birlikte Güneş Sistemi de büyümüştü. Kral George, Amerikan Bağımsızlık Savaşı'nda kolonilerini yitirdiğine üzülmüşse de 1781'de gökbilimci William Herschel keşfettiği yeni gezegene, hamisinin onuruna George Yıldızı adını verince biraz olsun avunmuştu. Ne var ki bu ad uluslararası gökbilim çevrelerinde kabul görmedi. Onun yerine bir Alman gökbilimcinin önerdiği Yunan mitolojisindeki Kronos'un (Satürn'ün karşılığı) babasının adı olan Uranüs 1800'lü yılların ortasında herkesçe kullanılır oldu. O sıralarda bir başka gezegen daha –1846'da Neptün– saptandı. Uranüs'ün yörüngesinde, henüz görülemeyen bir başka gezegenin yol açtığı düşünülen sapmadan yola çıkılarak Neptün'ün olası konumu önce matematiksel olarak tahmin edildi. Bu keşifle birlikte, Newton'un yasaları da çok başarılı bir şekilde onaylanmış oldu. 20. yüzyılda bir başka keşif daha yapıldı; 1930'da Plüton'un dokuzuncu gezegen oluşuyla seri tamamlandı. Ne yazık ki Plüton çok kısa bir süre önce "cüce gezegen"liğe düşürüldü. Böylece 21. yüzyıl Güneş Sistemi yalnızca sekiz gezegenle sınırlı kaldı.

Bütün bu büyük keşifler hep daha büyük, daha iyi teleskoplara dayanıyordu. Bu da gökbilimin çok pahalı bir bilim dalı olarak kalması anlamına geliyordu. Bu öykü boyunca da gökbilimcilerin sıklıkla para peşinde olduğu görülecektir. 20. yüzyıla girerken para, bugünün baskın ekonomik gücü olma yolunda ilerleyen ABD'deydi. 19. yüzyıl sonu Amerika'sının muazzam servet sahibi endüstri ve finans imparatorları bilimi desteklemek söz konusu olunca oldukça cömert davranıyorlardı. Gökbilimci George Ellery Hale, California'da Los Angeles'ın arkasında San Gabriel Dağları'ndaki Wilson Dağı'nın tepesine 1,5 m'lik bir teleskopu –o dönemde dünyanın en büyük teleskopu– olan bir gözlemevi kurmak için Carnegie Enstitüsü'nden para sağlamayı başardı. Teleskopun "ilk ışığı" 1908'de görüldü; ama Hale –daha gözlemevinde gözlemler başlamadan– daha da büyük bir teleskop için kaynak bulmaya girişmişti.



Sağda: 2,5 m'lik Hooker Teleskopu sayesinde, aralarında Samanyolu'nun ötesinde başka gökadaların olduğunun kanıtlanması da olan çok sayıda büyük keşif yapılmıştır.

Solda: Güneş Sistemi'nin en uzak gezegenleri Uranüs (solda uzakta) ve Neptün hem teleskop teknolojisindeki hem de matematiksel gökbilimdeki gelişmeler sayesinde keşfedilmiştir.



"Hooker Teleskopu'yla gözlemlerin başladığı dönemde Evren'in, Samanyolu'nun ötesine uzanıp uzanmadığı tartışması hâlâ sürüyordu."

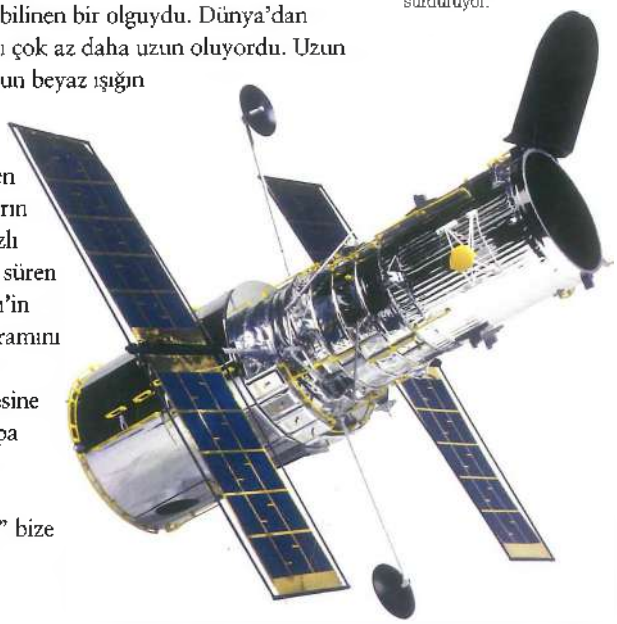
Yeni teleskopun kaidesi, kubbesi ve 2,5 m'lik aynası katırlarla parça parça dağın tepesine taşındı. 1917'nin sonlarında da gözlemevi çalışmaya başladı. Dünyanın en büyük teleskopu unvanını alan ve II. Dünya Savaşı'nın sonuna kadar da bu unvanını koruyan teleskop, dev aynasının parasını veren endüstri imparatorunun adıyla Hooker Teleskopu olarak anıldı.

Hooker Teleskopu'yla gözlemlerin başladığı dönemde Evren'in, (artık kendi gökadamız olduğunu bildiğimiz) Samanyolu'nun ötesinde uzanıp uzanmadığı tartışmaları hâlâ sürüyordu. Hale, 2,5 m'lik teleskopla çalışması için Edwin Hubble adında genç bir gökbilimciyi işe aldı. 1923'te Hubble, "Sefeit değişkeni" olarak anılan –parlaklığı değişen ve parlak ya da sönük oluşuna bakılarak ne kadar uzakta olduğu anlaşılabilen– özel bir tür yıldız gözlemledi. Gözlemlediği yıldız Andromeda Bulutsusu'ndaydı. Hubble onun Samanyolu'nun içinde yer alamayacak kadar uzakta olduğunu hesapladı. Andromeda ve gözlemlediği öteki bulutsular kendi başlarına birer gökada olmalıydılar. Birden Evren tahmin edilenin çok ötesinde genişlemiş oldu –gerçekten de çevremizde sayısız gökada görebilirdik.

BÜYÜK PATLAMA

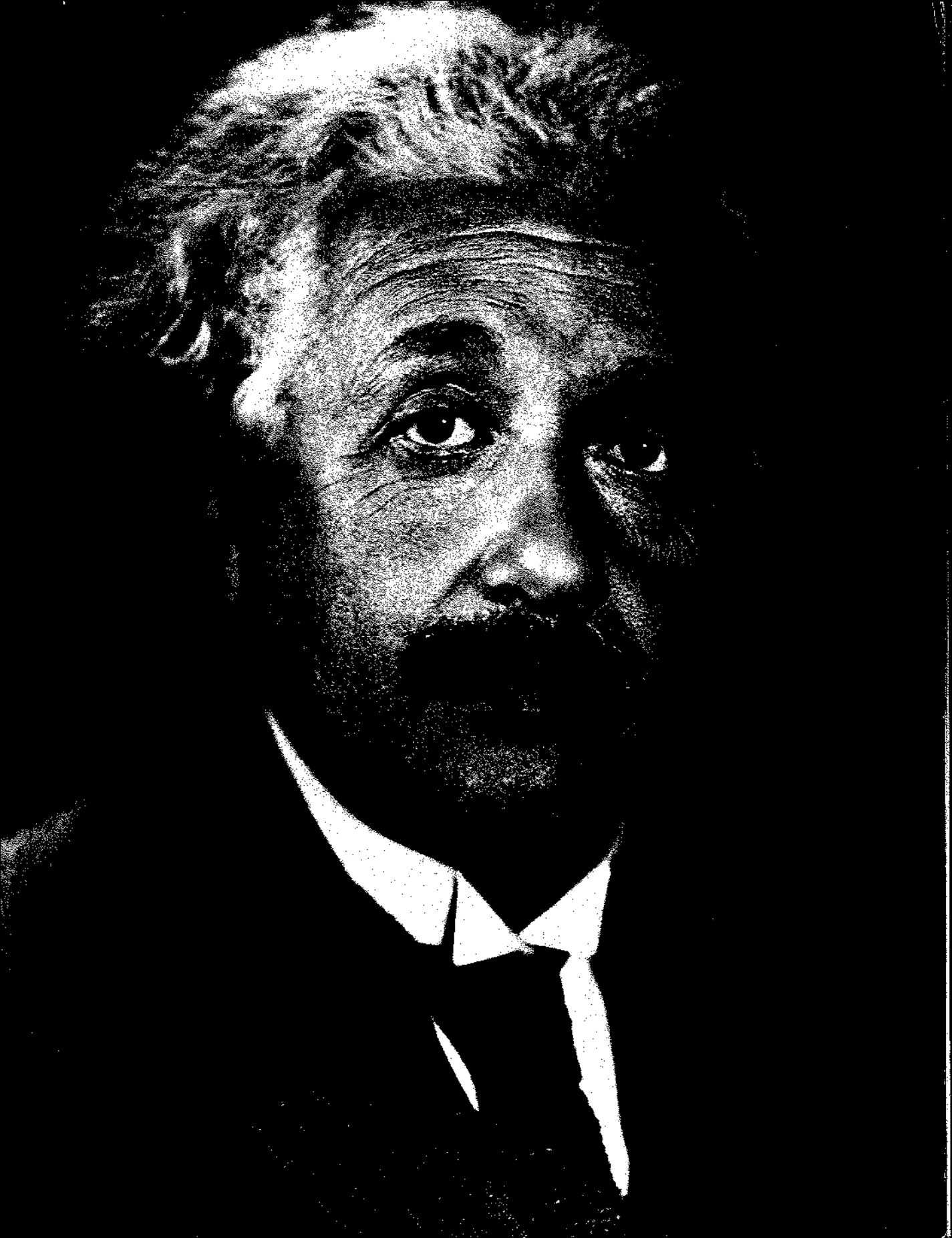
Hubble orada durmadı. Sefeitler teleskoplara takılan ve en sönük nesneleri bile uzun pozlama süreleriyle görüntüleyebilen fotoğraf makineleriyle saptadığından beri gökbilimciler çalışmalarını çıplak gözle yapılan gözlemlere dayandırmıyor. 1929'a gelindiğinde 1,5 m'lik teleskopa bir de spektrograf takılmıştı. Böylece farklı dalgaboylarındaki ışıklar da izlenebilir oldu. Bu birleşik aygıt sayesinde Hubble sıra dışı bir gözlem daha yaptı. Bazı gökadalardan gelen ışıkların çok hafifçe daha kırmızı olduğunu fark etti. Bu "kırmızıya kayma" olarak bilinen bir olguydu. Dünya'dan uzaklaşan nesnelerden gelen ışıkların dalga boyları çok az daha uzun oluyordu. Uzun dalga boyu da ışığın rengini tayfın (Isaac Newton'un beyaz ışığın bileşenleri olarak gösterdiği tayfın) kırmızı ucuna doğru kaydırıyordu. Bu, Evren'in bazı bölümlerinin bizden uzaklaşıyor olduğunu gösteren açık bir kanıttı. Hubble, ayrıca uzaktaki gökadaların daha hızlı uzaklaştığını da gözledi. Aslında çok hızlı genişleyen bir evrenin içindeydik. Bu durumu ileri süren ilk kişi o değildi; ancak daha birkaç yıl önce Evren'in başlangıcı olarak ortaya atılan Büyük Patlama kuramını destekleyen kanıt da ortadaydı. Hubble'ın tarihsel önemdeki bu gözlemleri onu gökbilimin onur listesine yerleştiriverdi. Adı gelmiş geçmiş en güçlü teleskopa verildi. O teleskop ki görülebilir Evren'in en uç noktalarından elde ettiği görüntülerle hepimizi şaşırtmaya ve tam anlamıyla "orada ne olduğunu" bize göstermeye devam ediyor.

Aşağıda: Hubble'ın başlatığı Evren'in tarihi ve büyük ölçekli yapısına yönelik araştırmaları, 1990'da fırlatılan Hubble Uzay Teleskopu sürdürüyor.



EINSTEIN

Albert Einstein 1905'te özel görelilik kuramını yayımladı. Bu kuramda ışığın hızının sabit olduğunu gösterdi ve uzay-zaman diye yeni bir olgu tanıttı. Ayrıca atom enerjisinin temelinde yatan düşünceyi, yani en küçük kütlelerde bile muazzam bir enerji depolandığını (*bkz.* 4. Bölüm) gösteren ünlü $E=mc^2$ eşitliğini ortaya koydu. 1916'da uzay-zaman ile kütleçekim kuvvetini birleştirdiği genel görelilik kuramını yayımladı. Uzay-zamanın, maddenin varlığıyla büküldüğünü ve o bükülmenin de kütleçekim kuvvetine yol açarak maddeleri hareket ettirdiğini gösterdi. Bu kuram bütün Evren'e uygulandığında Evren'in o zaman kabul edilen "durgun" yapısıyla örtüşebilmesi için kuramına bir "kozmolojik sabit" ekleyiverdi. Daha sonra Evren'in aslında genişlediği anlaşılınca Einstein bu sabiti kuramına sokmayı, en büyük bilimsel hatası olarak yorumladı. İlerleyen yıllarda yapılan birçok deney Einstein'ın kuramlarını doğruladı. Bugün hâlâ Evren'in işleyişine yönelik tanımlamalarımızın temelinde bunlar yatıyor.



BELİRSİZLİK

Hubble Uzay Teleskopu'nun yörüngeye yerleştirilmesinde Galileo'nun atış mekaniği yaklaşımını, Kepler'in gezegenlerin hareket yasalarını ve Newton'un da kütleçekim tanımını –hepsini birden– bir uygulamada kullanma becerisi gösterdiğimizi kabul etmeliyiz. Ama Evren'in içindekileri ölçmede kullandığımız o ve daha başka aygıtların ortaya çıkardıkları, bir zamanlar bu yasaların ortaya koydukları kadar açık seçik değildir.

"Gökyüzüne ilişkin bakışımız, artık sınırlı ve kapalı bir küreden ibaret değil, tersine ancak çok küçük bir parçası olduğumuz sonsuz ve genişleyen bir kozmos şeklinde."

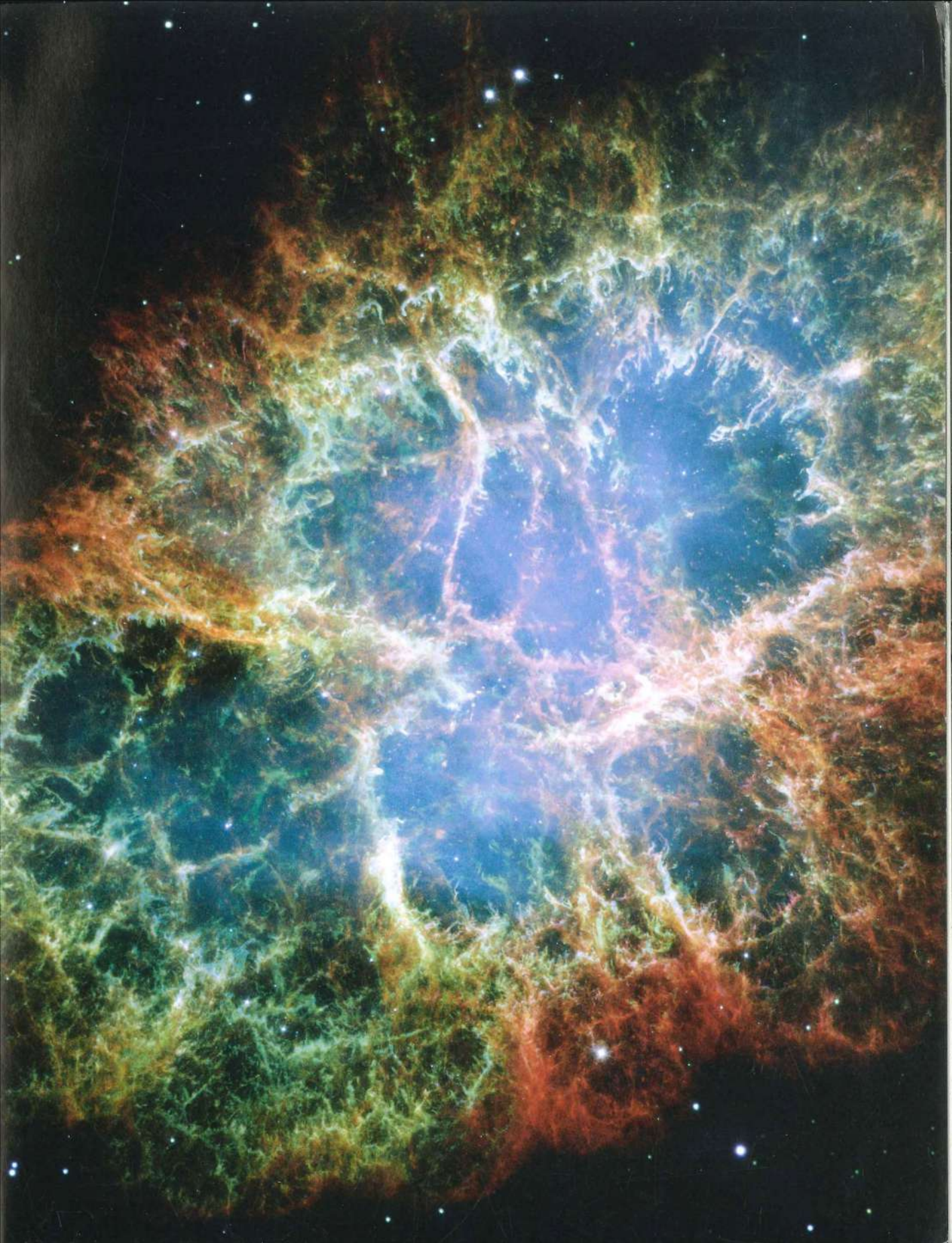
Einstein'ın 1916'da ileri sürdüğü genel görelilik kuramı zaman, uzay ve kütleçekimin kozmosun her yanında eğilebildiğini ve de eğildiğini göstermiştir. Ayrıca bu yetmezmiş gibi günümüz kozmologları ışığın bile kaçamayacağı kara deliklerin varlığını kolayca kabullenmiş durumdalar. Bir de uzay-zamanın 11 boyutlu olması gerektiğini düşünüyor, kimsenin doğasını tam olarak bilmediği sicim kuramından, zar kuramından, paralel evrenlerden, karanlık maddeden ve karanlık enerjiden söz ediyorlar. Bunlar oldukça garip olgular olsa da ve fantezi benzeri düşünceler gibi görünseler de arkalarını dayadıkları matematik çok sağlam ve inandırıcıdır.

Sıradan insanlar için "Orada ne var?" sorusuna modern kozmolojinin verdiği yanıtlar, beş yüz yıl önceki insanlara olanaksız ve rahatsız edici görünen "Dünya'nın Güneş'in çevresinde dönüyor olduğu düşüncesi" gibi geliyor olabilir. O günden bugüne değişen şey, günümüzde bilimin, her ne kadar bazen kanıtlar genel kanıya ters düşse de, bulduğu kanıtları nesnel olarak yorumlamaya çalışıyor olmasıdır. Gökyüzüne ilişkin bakışımız, artık sınırlı ve kapalı bir küreden ibaret değil, tersine ancak çok küçük bir parçası olduğumuz sonsuz ve genişleyen bir kozmos şeklinde. Ama belki daha da önemlisi olaylara bakışımızın tümüyle değişmiş olmasıdır. Bu göz kamaştırıcı ve aynı zamanda korkutucu olan Evren'de orada bulduğumuz şeyleri anlayabilmek için dogmatik bir bakış açısıyla bakmaktansa artık sürekli yeniden düşünmeyi zorlayan bir bakış açısıyla görüyoruz.



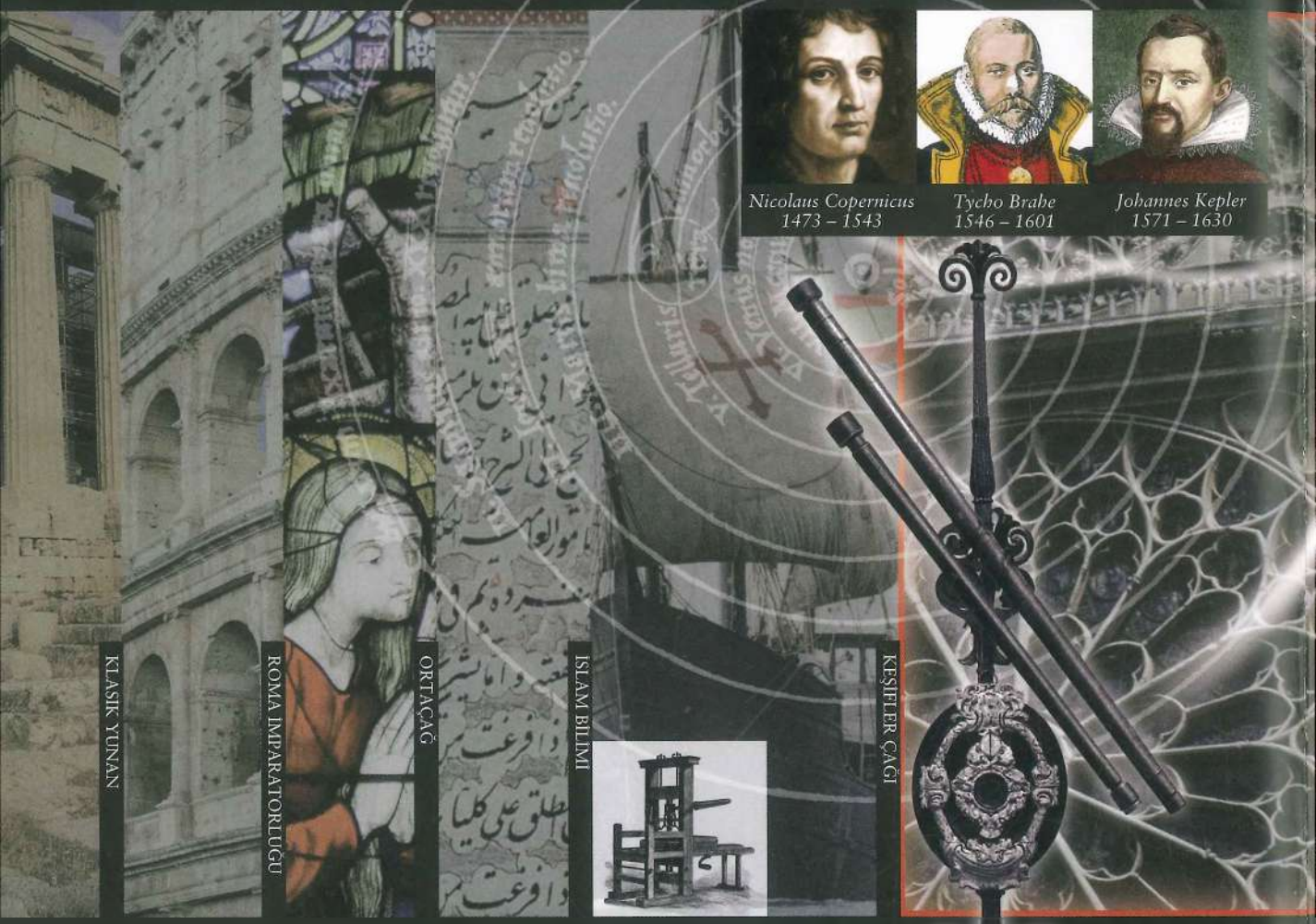
Solda: 1924'te Edwin Hubble güzel Andromeda Bulutsusu'nun 2 milyon ışık yılından da uzakta, bağımsız bir yıldız sistemi olduğunu göstermişti. Bugün onun da Samanyolu'na benzeyen sarmal bir gökada olduğunu biliyoruz.

Sağda: Hubble Uzay Teleskopu sayesinde burada görülen Yengeç Bulutsusu'nunki gibi birçok sarsıcı görüntü elde edilmiştir.



Bağlantılar – Kozmos

MÖ 400 MÖ 27 900 1400 1500



Nicolaus Copernicus
1473 – 1543

Tycho Brahe
1546 – 1601

Johannes Kepler
1571 – 1630

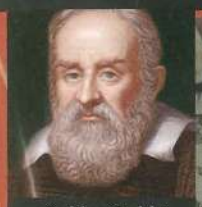
^ *Matbaa, 1400*

< *Galileo'nun teleskopu, 1609*

"Orada ne olduğu"nu keşfetmek için çıktığımız yolculuk güçlü inançlar ve kuvvetlerce şekillendirildi. Eski Yunan'ın Evren'i görüş şekli olan Dünya'nın çevresindeki kusursuz çemberler, insanlık tarihinin en uzun süre dayanan düşüncelerinden biri olmuştur. Onu sarsmak, özgür düşünen, hırslı insanların topladığı doğru kanıtlar sayesinde mümkün olmuştur. Aralarında gelmiş geçmiş en duyarlı kadranın da bulunduğu çeşitli gözlem aygıtlarıyla Tycho Brahe yaşamı boyunca çok ayrıntılı gözlem verileri derlemişti. Johannes Kepler bu verileri Copernicus'un Güneş'in merkezde olduğu Evren kuramını matematiksel olarak kanıtlamada kullandı. Ama bu yeni bakış açısı ancak Galileo'nun –yeni icat edilen teleskop biraz geliştirildikten sonra– gökyüzünü incelemeye başlamasıyla yaygın olarak benimsenebildi.

Tarihsel bağlamın da etkisi büyüktü. Rönesans sarayları yeni düşünceleri yüreklendirdi ve gökyüzü çalışmalarına para ayırdı. Reform hareketinin dinsel ayaklanmaları ve iki Kilise arasındaki kontrolü ele geçirme mücadelesi otoritelerin sorgulanmasını olanaklı kılan düşünsel bir ortam yarattı.

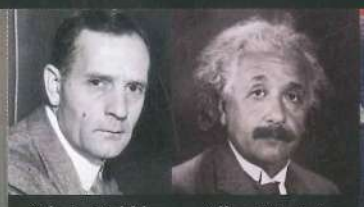
1600 1700 1900 2000



Galileo Galilei
1564 – 1642



Isaac Newton
1643 – 1727



Edwin Hubble
1889 – 1953

Albert Einstein
1879 – 1955

RÖNESANS

REFORM

20. YÜZYIL

AYDINLANMA DÖNEMİ

21. YÜZYIL

^ *Tycho Brahe'nin duvar kadranı, 1600*

^ *Hubble Uzay Teleskopu, 1990*
^ *Wilson Dağı Teleskopu, 1892*

Matbaa da yeni düşüncelerin daha önce benzeri görülmemiş bir hızla yayılmasını sağladı.

Galileo'dan sonra kozmosu daha da derin inceleme yöntemlerinin arayışı sürdü –tıpkı Isaac Newton gibi parlak bir aklın, keşfedilenleri yorumlama çalışmasında olduğu gibi. 20. yüzyılın başlarına gelindiğinde teleskoplar çok büyümüştü. En büyüğü ABD'deki Hooker Teleskopu'ydu. Onu kullanan Edwin Hubble adlı bir gökbilimci Evren'in genişlediğini ortaya çıkardı. Onun adı da gelmiş geçmiş en güçlü teleskopa verildi. Hubble Uzay Teleskopu sayesinde elde edilen görüntüler de "orada ne olduğu"na ilişkin bakış açımızda devrim yarattı.

LAVHER



MADDE

DÜNYA NELERDEN YAPILMIŞTIR?

Dünyanın nelerden yapıldığını anlamaya yönelik araştırmalar görünüşte gizemli gelebilir; ama en önemli pratik kazanımlar da bu araştırmaların sonucunda elde edilmiştir. Plastikler, suni gübreler, otomobiller, bilgisayarlar, internet, genetik mühendisliği, cep telefonları, GPS –hepsi de bu soruya yanıt arama girişimleri sayesinde ortaya çıkmıştır.

Hepsinin merkezinde katı, sıvı ya da gaz olsun bütün maddelerin sonsuz sayıda minik parçacıktan –ya atom denen çok küçük birimlerden ya da atomların basit veya karmaşık bileşikler oluşturmak üzere birbirine kimyasal bağlarla bağlanıp oluşturduğu moleküllerden– nasıl meydana geldiğini giderek daha iyi anlamamız vardır.

Atomların ve moleküllerin arasındaki etkileşimler kimyanın temelini oluşturur. Ama bilim insanları buna çok kısa bir süre sıkıca sarılabilmişlerdir; çünkü bir başka düzeyde daha derin bir yapının kanıtlarıyla karşı karşıya kalmışlardır. Atom altı dünyası maddeye ilişkin modellerimizi çelişkili bir şekilde hem daha basitleştirmiş hem de daha karmaşıklaştırmıştır. Onlarca elementin yerine maddi dünyanın büyük bölümü artık bir avuç dolusu temel parçacıkla açıklanabiliyor; ama az sayıdaki bu parçacıkların davranışları da gerçekten çok garip olabiliyor.

Bu atom altı dünyayı anlamaya yönelik çabalarımızı en iyi gösteren şey kuşkusuz dünyanın en büyük bilimsel projesi olan İsviçre'deki Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'dır. Burada ışık hızına yakın hızlarda ilerleyen parçacık demetleriyle gerçekleştirilen çarpışmalarda, son kez Büyük Patlama'da görülen ve Evren'in o oluşum anından sonra da hiç görülmemiş bazı parçacıkların ortaya çıkabileceği koşullar yaratılmaya çalışılıyor.

Solda: Dünyanın en büyük ve en iddialı parçacık hızlandırıcısı Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın içi görülüyor. Burada ışık hızına yakın ilerleyen atom altı parçacık demetleri birbirleriyle çarpıştırılıp maddenin doğasının derinlikleri araştırılıyor.

ATOM

Günümüzde, dünyanın ve onun içindeki her şeyin atomlardan –yıldızların merkezinde üretilen küçük, dayanıklı madde parçaları– oluştuğu artık iyi bilinen bir gerçek. Atomlar çok ama çok küçüktür. Bir milyon tanesi yan yana dizilse, bu kitaptaki bir "a" harfi kadarlık yeri ancak kaplayabilir. Atomlar, proton ve nötron içeren bir çekirdek ve o çekirdeğin çevresinde dönen bir elektron bulutundan oluşur. Kararlılık kazanmak için atomların aralarında yaptığı elektron alışverişi ya da paylaşılması kimyanın temelini oluşturur. Ancak atom çekirdeğinin yeniden biçimlendirilmesi –onları parçalayarak (fisyon) ya da birleşmeye zorlayarak (füzyon)– atom fiziğinin alanına girer.

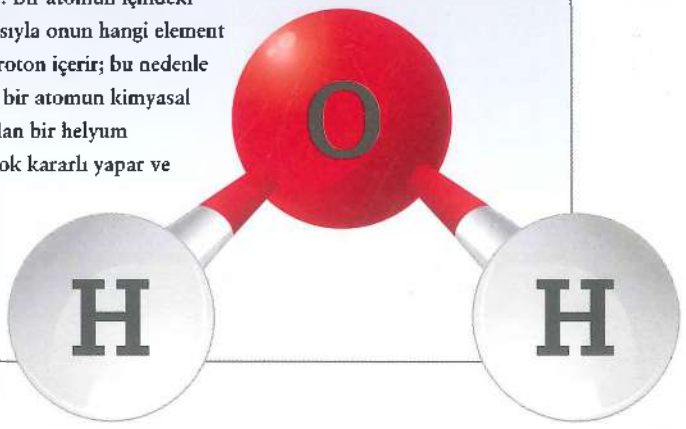
Ayrıca, proton ve nötronların kuark denen daha da küçük parçacıklardan oluştuğu ve bunların da gluon denen "ulak" parçacıkların değişimiyle bir arada tutulduğu artık açıktır. Ama daha da ileriki bir düzeyde hangi yapıların keşfedilmeyi beklediğini kim bilebilir?

Hem düşünce yapımızın ve ölçüm aletlerimizin sınırlamaları yüzünden hem de daha küçük parçacıkların ayrıştırılabilmesi için çok büyük enerjilerin gerekli olması nedeniyle, atom altı dünyasının sırları yüzlerce yıl boyunca kapalı kalmıştır. Peki, bugün bildiklerimizi nasıl öğrendik ve bu süreçte dünya nasıl değişti?

"Atomlar gerçekten de çok küçüktür. Bir milyon tanesi yan yana dizilse, bu kitaptaki bir 'a' harfi kadarlık yeri ancak kaplayabilir."

ATOMUN İÇİ

Dünya farklı büyüklükteki atomlardan oluşur. Atomlar, metrenin trilyonda birine (1/1.000.000.000.000) eşit bir birim olan pikometreyle ölçülür. Bir grup atom bir molekül oluşturmak için birbirleriyle bağ oluşturabilir. Örneğin su (H_2O) bir oksijen atomunun iki hidrojen atomuyla bağlanmasından oluşur. Genellikle tenis topları gibi düşünülseler de atomların tenis topları gibi dış yüzeyleri yoktur. Atomlar, eksi yüklü elektron bulutuyla kuşatılmış, çok küçük, yoğun ve artı yüklü bir çekirdekten oluşur. Bunun yanında, tıpkı tenis toplarının içi gibi atomlar da asıl olarak boşluktan ibarettir. Bu da biz dahil Evren'deki her şeyin neredeyse hiçbir şeyden oluştuğu anlamına gelir. Proton ve nötronların oluşturduğu çekirdek, atomun kütlesinin % 99'una karşılık gelse de hacim olarak çok küçük bir bölümünü oluşturur –bir kum tanesi ile katedral arasındaki gibi bir büyüklük farkı vardır. Bir atomun içindeki protonların sayısı o atomun numarasını ve dolayısıyla onun hangi element olduğunu belirler. Örneğin, hidrojen atomu bir proton içerir; bu nedenle atom numarası birdir. Öte yandan elektronlar da bir atomun kimyasal özelliklerini belirler. "Kabuğu"nda iki elektron olan bir helyum atomunun kabuğu dolmuş demektir; bu da onu çok kararlı yapar ve tepkimeye girmesini çok zorlaştırır.





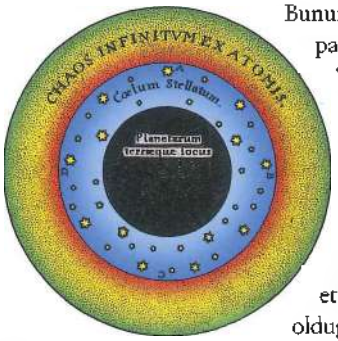
Demokritos
(yaklaşık)
MÖ 460–370

GÜLEN DÜŞÜNÜR

Eski Yunanlarla ve özellikle de Gülen Düşünür "Alaycı" Demokritos ile başlayalım. Demokritos MÖ 460 dolaylarında Trakya'da doğdu. Daha gençken babasından kalan önemli bir mirasa kondu. Demokritos bu parayı gezmek ve deneyimlerini artırmak için harcadı. Asya'ya, Ortadoğu'ya ve olasılıkla Mısır'a gitti. Yol üzerinde bir yerlerde matematik aşkına kapıldı ve matematik öğrendi. Ayrıca tümüyle determinist ve materyalist bir dünya görüşü edindi. Demokritos her şeyin doğa yasalarıyla açıklanabileceğine inanıyordu.

Rivayete göre, bir uşağın üst kata taşıdığı bir somun ekmeğin kokusunu duyduğunda Demokritos evde oturuyordu. Ekmeğin kokusunu nasıl duyabildiğini merak etti ve düşünmeye başladı. Ekmekten, çok küçük zerreciklerin havaya atladığı sonucuna vardı. Peynirle yaptığı bir düşünce deneyiyle açıklamasını sürdürdü. Demokritos, "Bir parça peyniri ikiye böldüğünüzü düşünün; sonra da böldüğünüz parçayı yeniden ikiye bölün ve bu işlemi sürdürün. En sonunda bölemeyeceğiniz bir şeye ulaşırsınız," diyordu.

Demokritos bu şeyi atom olarak adlandırdı. "Masa serttir, peynirse yumuşaktır. Bunun nedeni, onları oluşturan atomların sıkı ya da gevşek olarak paketlenmiş olmasıdır," diyordu. Büyük bir cesaretle şöyle demişti: "Atomlar ve boşluktan başka bir şey yoktur; geri kalan her şey düşüncedir." Atomların çok küçük, çok fazla ve gerçekte yok edilemez olduğuna inanıyordu –haklıydı.



Yukarıda:
Demokritos'un Evren kozmolojisine göre Dünya ve gezegenler merkezdeydi. Bunlar yıldızlarla ve "sonsuz bir karmaşa" içindeki atomlarla kuşatılmıştı.

Düşüncelerini sürdürdü ve Evren'in başlangıçta, çevrede rastgele dolaşan atomlardan oluştuğunu ve bu durumun atomlar birbirlerine çarpıp birleşene ve Dünya gibi gezegenler oluşturana kadar devam ettiğini ileri sürdü. Ayrıca, Dünya'nın boş uzayda uçan dev bir küre olduğunu ve Evren'imizin de gerçekte var olan çok sayıda evrenden yalnızca biri olduğunu söyledi. Bu savları 2.400 yıl önce ileri sürmüş olması gerçekten de çok şaşırtıcıdır. Ne yazık ki Demokritos'un ve onu izleyenlerin, atomların varlığını gösteren kanıtları ya da öteki teorileri için gerçek dayanakları yoktu. Bunlar, felsefi spekülasyonlardan başka bir şey olarak görülmediler.

Demokritos 90 yaşına kadar yaşadı. Ölmeden bir süre önce kör oldu. Ölmek için kendini aç bıraktığı söylenir. Ama savlarını Platon'un düşünceleri üzerine kuran, daha genç ve ikna edici Aristoteles karşısında "düşünce savaşını" kaybettiğini fark edecek kadar da uzun yaşamıştı. Aristoteles'e göre bütün maddeler toprak, hava, ateş, su ve eter olmak üzere beş elementten oluşuyordu. Bu elementler sevgi ve çatışma "kuvvetleri"yle kontrol ediliyorlardı. Demokritos'un bütün yaşamı boyunca öne sürdüğü "dünyadaki renklerin ve değişimin küçük parçacıkların etkileşimiyle açıklanabileceği"ni söyleyen atom kuramından farklı olarak Aristoteles'in kuramı, "şey"lere birer amaç veriyordu. Dünyanın rastgele olmaması, içselleşmiş amaçlarla dolu olması, yaşamı anlamak için daha rahatlatıcı bir yoldu. Belki de bu nedenle atom kuramı olarak bilinen kuram iki bin yılı aşkın bir süre boyunca terk edilmiştir. Aristoteles öyle etkili bir düşünür oldu ki bu alanda ve bilimin başka alanlarındaki görüşleri (ki büyük bölümü yanlıştı) yalnızca Yunanistan'da egemen olmakla kalmadı, İslam dünyasında da kabul gördü; hatta ortaçağa kadar Avrupa'daki tıp ve simya uygulamalarının temelini oluşturdu.

SİMYA

"Dünya nelerden yapıldı?" sorusu simyacıların takıntısı haline gelmişti. Simyanın ilk biçimi 2000 yıldan daha önce Çin'de geliştirilmiştir. Bu simya, dünyayı Aristoteles'inkine benzer bir kavrayış üzerine kuruluydu. Maddelerin değişik olması, ateş, tahta, metal ve suyun farklı oranlarda birleşmesiyle açıklanıyordu. Felsefi spekülasyonlar yapmaktan hoşlanan Eski Yunanlardan farklı olarak Çinli simyacılar, çabalarında pratik amaçlara odaklanmışlardı. Yaşlanmak ve ölmekten korkan imparatorların talebiyle, Çinli simyacılar yaşam iksirini bulmaya çalıştılar. Bu çalışmalar sırasında yapılan ilk keşiflerden birinin çok kısa sürede "ölüm iksiri" haline gelen barut olması ironiktir. 12. yüzyıla gelindiğinde birçok simya inancıyla birlikte barut yapım tarifleri de gelişecekleri ve dünya tarihini şekillendirecekleri Avrupa'ya yayıldı.



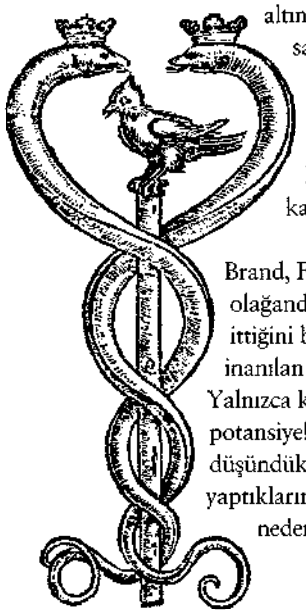
BARUT

Barut bir karışımdır; kükürt, odun kömürü ve potasyum nitratın kabaca 2:3:15 oranlarında bir araya gelmesinden oluşur. Çeşitli iddialar olmakla birlikte, yaygın olarak 9. yüzyıl dolaylarında Çinli simyacılar ya da Taocu keşişlerin bulunduğuna inanılır. Çinliler, barutun askeri potansiyelini kısa sürede keşfetmiş ve onu düşmanlarına karşı bomba ve füze yakıtı olarak kullanmıştır. Gerçi bunlar o dönemde savaşların sonucunu belirleyecek silahlar değildi. Moğollar 13. yüzyılın başında Çin'i fethetti ve Yuan Hanedanlığı'nı kurdu. Araplar büyük olasılıkla barutun sırrını Çinli tüccarlardan öğrendi. 13. yüzyılın ikinci yarısında, Hasan el-Rammah, *Askeri Binicilik ve Becerikli Savaş Aletleri* adlı kitabında barut tariflerini derlemişti. Yaklaşık aynı zamanlarda barutu Avrupalılar da olasılıkla Araplardan öğrendi. İngiliz rahip ve düşünür Roger Bacon şöyle yazmıştır: "Bu maddeden çok küçük miktarda kullanılarak çok fazla ışık ve korkunç bir gürültü yaratılabilir. Bununla bir kent ya da ordu yok edilebilir."



17. YÜZYIL

Şimdi 1695'e sıçrayalım ve son simyacılardan biri olan Henning Brand'ın laboratuvarına gidelim. Brand, bir çeşit doğaüstü evrensel arıtıcı madde olduğuna inanılan efsanevi Filozof Taşı'nın keşfinin eşiğinde olduğuna inanıyordu. Brand gibi simyacılar, Filozof Taşı'nın varlığına hararetle inanmıştır. Bu taşın, metallerdeki arılığı bozan şeyleri temizleyebileceğine ve onları –asla paslanmadığı için en arı metal olan– altına dönüştürebileceği söyleniyordu. Benzer olarak bu taş, insanları da saflıklarını bozarak onları hastalığa sürükleyen ve ahlâksız yapan şeylerden temizleyebilirdi. Aralarında Isaac Newton gibi dâhilerin de bulunduğu binlerce insan çağlar boyunca yaşamlarını onu bulmaya adamıştır. Brand, Newton gibi dâhi değildi; ama son derece kararlıydı. Bu taşı aramak için ilk karısının servetini tüketmişti; çalışmalarını ikinci karısının daha büyük olan servetiyle sürdürüyordu.



Brand, Filozof Taşı'nı insan idrarında bulabileceğini düşündü. Aramak için olağandışı bir yer gibi görünüyor ve ne yazık ki onu, neyin böyle düşünmeye ittiğini bilemiyoruz. Brand gibi simyacılar kayıp sırları –dünyayı değiştireceğine inanılan ve antikçağa kadar uzanan bilgi kırıntılarını– topladıklarına inanırlardı. Yalnızca kendi profesyonel konumlarını korumak için değil, aynı zamanda potansiyel olarak tehlikeli bazı sırları sınırlı sayıda kişinin bilmesi gerektiğini düşündükleri için de kodlara ve şifrelere karşı takıntılıydılar. Bu nedenle, Brand'ın yaptıklarının bir bölümünü bilsek de çoğu hâlâ sır olarak durur. Onun idrarı seçme nedeni belki de altın renginde oluşu ve kolay bulunmasıydı ya da yararlı ve alışılmadık bazı özelliklerinin zaten keşfedilmiş oluşuydu. Romalılar onun çamaşırlardaki yağı çıkarmak için eşsiz bir madde olduğunu keşfetmişlerdi. Ayrıca barutun temel hammaddelerinden biri olan güherçilenin idrardan elde edilebildiği de biliniyordu. 13. yüzyıldan kalma bir tarifte barut için en iyi kaynağın ya da en büyük hasarı verecek güherçilenin piskopos idrarından sağlanacağı ileri sürülüyordu.

"Brand gibi simyacılar kayıp sırları –dünyayı değiştireceğine inanılan ve antikçağa kadar uzanan bilgi kırıntılarını– topladıklarına inanırlardı."

Yukarıda: Oda sıcaklığında sıvı bir metal olan civa, genellikle Eski Yunanların haberci tanrısı Merkür ile ilişkilendirilmiş ve genellikle de onun simgesi olan "yılan sarılmış asa" ile gösterilmiştir.

Solda yukarıda: Çeşitli maddelerin simyasal özelliklerinin listelendiği ortaçağdan kalma bir sayfa görülüyor.

Brand'in bölgedeki askerlerden birkaç fıçı idrar topladığını ve onları fermantasyona bıraktığını biliyoruz. 5.000 litre idrara gereksinimi olduğunu hesaplamıştı. Bir dizi karmaşık cam imbik, boru ve yüksek sıcaklıklara çıkabilen bir fırın kullanarak o idrarı inceltti ve damıttı. Daha sonra kum ekleyerek –belki bunun nedeni kumun da altın sarısı olmasıydı– yeniden damıttı. İleride Brand'in deneyini yinelemek isteyenler onun ne kadar becerikli biri olduğunu takdir etmiştir. Kokuyu bir kenara bıraksak bile, böylesine tehlikeli koşullarda, son derece kaba ısı kaynakları kullanarak bir şeyleri kaynatmak, arıtmak ve birtakım özler elde etmek gerçekten dikkate değer bir başarıdır. Bu kadar çok çabaladıktan sonra geriye kalan beyaz, balmumunu andıran çamur herhalde ilk başta oldukça umut kırıcı olmuştur.



Solda: Derbyli Joseph Wright (1714-1797) tarafından yapılan "Filozof Taşı'nı Arayan Simyacı" başlıklı eşsiz resimde, simyanın mistisizm ile bilimsel araştırmanın garip bir harmanı olduğu vurgulanır.

Ortada ne altın ne de Filozof Taşı vardı. Ama çamurun daha olağanüstü bir özelliği vardı: Karanlıkta parlıyordu. Brand ona Yunancada ışık anlamına gelen "fosfor" adını verdi. Çok geçmeden Brand, fosforu afrodizyak ve her derde deva –özellikle de akli dengenin iyileştirilmesi için yararlı– bir madde olarak pazarlamaya başladı. Çok zehirli olduğu anlaşılana kadar 18. yüzyılın ilaç kitaplarında, işe yarar bir tedavi olarak yer aldı. Sonra da "Şeytan'ın maddesi" olarak bilinmeye başlandı.

Bugün Brand'in bir elementi ayrıştırdığını biliyoruz. Çok önemli bir keşif yapmıştı, ama ne olduğunu ortaya koyan uygun bir açıklaması yoktu; teknolojisi ve yöntemleri vardı ama bilimi yoktu.

Başlangıçta, Brand'in memnun olması için gerekli her şey vardı. Fosfor o kadar az bulunuyordu ki aynı ağırlıktaki altından daha değerliydi. Fosforun gramı, yaklaşık 4 şiline satılıyordu. Doğal olarak Brand, üretim yöntemini sır olarak saklamaya çalıştı ve bunda bir süre başarılı da oldu. Ama gereken idrar miktarı ve işlem sırasında çıkan koku, kısa süre sonra yöntemi başkalarının da anlamasına yol açtı.

"Fosfor o kadar az bulunuyordu ki aynı ağırlıktaki altından daha değerliydi."



FOSFOR YAPIMI

İlk olarak Hamburg'da keşfedilen fosforun, ileride 2. Dünya Savaşı sırasında müttefikler tarafından kenti harap edecek bombalarda kullanılması hem trajik hem de ironiktir. Yaptıklarının büyük bölümünü sır olarak sakladığından Henning Brand'in fosfor üretme yönteminin bütün ayrıntıları açık değildir. Ama genel olarak üretim yöntemi idrarı fermantasyon için dinlendirmek ve geride koyu bir sıvı ya da macun kalana kadar kaynatmak, sonra onu çok yüksek sıcaklıklara kadar ısıtmak, damıtmak, karıştırmak ve yeniden kaynatmaktan oluşur. Brand'in yalnızca 60 gr fosfor üretmek için 1.000 litre idrara gereksinimi vardı. Ortaya çıktı ki, idrarı fermantasyona bırakmak hem kokulu hem de anlamsız bir işti –taze idrardan daha çok fosfor elde edilebiliyordu. Damıtmadan sonra attığı yan ürünlerden biri aslında idrarda bulunan fosforun büyük bölümünü içerdiğinden, Brand'in üretim yöntemi aynı zamanda çok verimsizdi. 1 litre insan idrarında yaklaşık 1,4 gr fosfor olduğundan Brand'in 1.000 litre idrarından gerçekte 20 kat daha çok fosfor elde edilebilmeliydi. Fosforun üretimindeki yüksek maliyete ve bütün iticiliğe karşın, İsveçli kimyacı Carl Scheele 18. yüzyılda kemik küllerinden de fosfor elde edilebileceğini gösterene kadar insan idrarı fosfor için temel kaynak olarak kaldı.



Solda: Robert Boyle'un en ünlü deneyinin çizimi görülüyor. Bu deneyde Boyle, çalan bir çanın sesinin ancak onu taşıyacak hava varsa duyulabileceğini göstermek için bir vakum pompası kullanmıştır.

Londralı doktor ve I. Cork Kontu'nun en küçük oğlu Robert Boyle, Brand'in sırrını ilk açığa çıkaranlardan biriydi. Fosforun "insan bedenine ait bir şey"den elde edildiğini duyunca doğru sonuca ulaşmayı bilmişti. İdrardan kendi fosforunu elde etmiş ama Brand'den farklı olarak fosforun taşıdığı büyük potansiyeli görebilmişti. Hastalarını zehirlemek yerine Boyle, fosforu kibrit yapımında kullandı. Bu büyük bir buluştu. Çakmaktaşı yontmadan, tahta parçalarını sürtmeden ya da sürekli yanan bir ateşle ilgilenmeden ateş yakmanın güvenilir ilk yoluydu.

Ancak Boyle yalnızca kibrit yapımcısı değildi. Başlangıçta, simyaya inanan birisiyken, zamanla simyanın iddialarına yönelik derin kuşkular duymaya başladı ve simyayı daha "bilimsel" yapmaya karar verdi. 1661'de yayımladığı *The Sceptical Chymist* (Kuşkucu Kimya Bilgini) adlı kitabıyla atom ya da onun deyişiyle "cisimcik" fikrini Batı düşün dünyasına yeniden soktu. Daha başka birçok şeyin yanında bir ucu kapalı U şeklindeki bir cam tüpe cıva dökerek havayı sıkıştırma deneyleri yaptı. Oluşturduğu basınçla sıkıştırılmış havanın hacmi arasında bir ilişki olduğunu keşfetti. Artık Boyle Yasası olarak bilinen bu yasa, basıncın iki katına çıkması durumunda sıkışan havanın hacminin yarıya düşeceğini söyler. Boyle, havanın çok minik cisimciklerden oluştuğu ve basıncı artırarak bu cisimciklerin birbirlerine yaklaşmaya zorlandığı düşüncesinin bu yasayı açıklamanın en iyi yolu olduğu sonucuna vardı. Ancak bu öneri kabul görmedi ve atom fikri bir kez daha egemen görüşün arka planında yavaş yavaş gözden kayboldu.

Brand'in, birilerinin insan idrarından yaşam iksirini çıkarabileceğine inanmasına gülünebilir ama gerçekte Boyle gibi bilim insanları için zemini Brand gibi simyacılar hazırlamıştır. Simyacılar özellikle indirgeme, ayrıştırma ve damıtma tekniklerini geliştirdiler. Bu teknikler, modern kimyanın gelişmesi ve maddenin doğasının daha iyi anlaşılması için gerekliydi.

KİMYA DEVRİMİ

80 yıl kadar ileri gidildiğinde, 18. yüzyılın ortalarında, Çinli simyacıların keşfi olan barut ve topun becerikli Avrupalıların ellerinde gerçekten de korkutucu bir gelişme gösterdiği görülür. Büyük kaleler çağı zaten kapanmak üzereydi ama onların koruyucu duvarlarını yerle bir eden toplar sayesinde tam anlamıyla sona erdi. Dinsel farklılıkların ateşlediği ve bütün Avrupa'ya yayılmış neredeyse kesintisiz olarak süren savaşlar nedeniyle ulusların kaderleri top üretimlerine bağlıydı. Amaç daha büyük, daha çok ve topçusunun yüzüne patlamayacak toplar yapmaktı. Teknolojik olarak üstün yeni silahlar geliştirmek amacıyla Fransa'da ve Britanya'da topçuluk okulları açılmıştı.

"18. yüzyılın ortalarında, Çinli simyacıların keşfi olan barut ve topun becerikli Avrupalıların ellerinde gerçekten de korkutucu bir gelişme gösterdiği görülür."

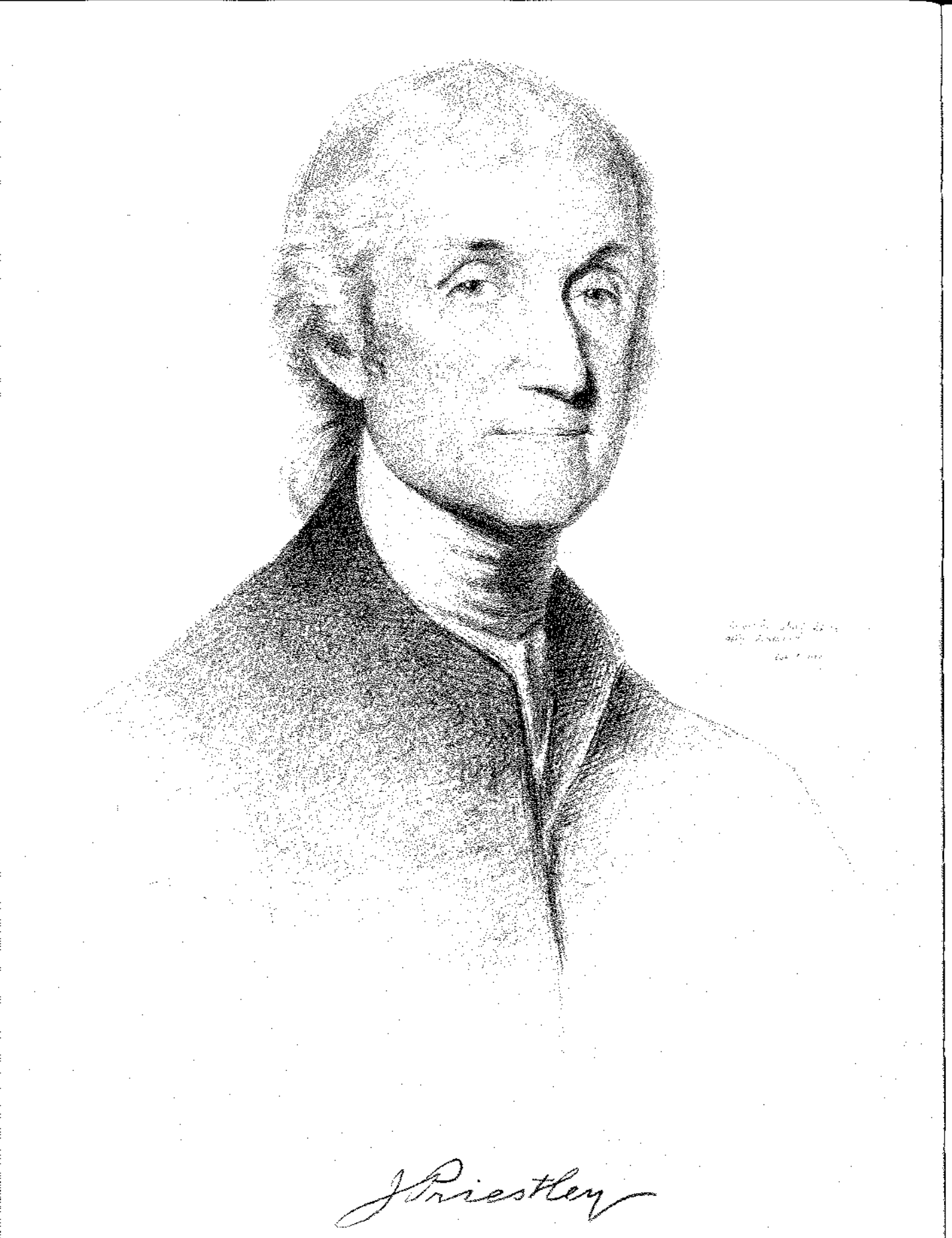
Top yapımının gelişmesi onların yapımında kullanılan metallerin daha iyi anlaşılmasına dayanıyordu. Daha iyi metallere yönelik bu saplantı sayesinde madenciliğe ve cevherden metal elde etmeye yeni bir ilgi doğdu. Hepsinden önemlisi gazlara yönelik ilgi gelişti ki maddenin anlaşılması için girişilen çalışmalar için bu çok önemliydi.

TOP YAPIMI

Her ne kadar antik dünyada top benzeri araçların kullanıldığına ilişkin bazı kanıtlar olsa da bugün bildiğimiz toplara benzeyen ilk toplar Çin'de üretilmiştir. Bunlar kâğıt ve bambudan yapılan basit tüplerdi. Şarapnel ve bir başka Çin icadı olan barutla dolduruluyorlardı ve düşman için olduğu kadar onu kullanan kişi için de tehlikeliydiler. Sonraları metalden, demir ya da pirinçten de yapılmaya başlandılar. Çinliler düşmanlarını uzak tutabilmek için bunlardan binlercesini Çin Seddi'ne yerleştirmişti. Top teknolojisi Çinlilerden İslam dünyasına ve sonra oradan da Avrupalıların eline geçmiş görünüyor. Topun Avrupa'ya gelişiyle birlikte savaşlarda, özellikle de kuşatmaların yapılış tarzında bir dönüşüm oldu. İtalyan politik düşünür Niccolò Machiavelli şöyle demişti: "Kalınlığı ne olursa olsun topçuların birkaç günde imha edemeyeceği hiçbir duvar yoktur." Onun bu cümleyi söylediği 1500'lü yılların başında topun namlusu ne kadar uzun olursa, güllenin o kadar uzağa gittiği anlaşılıyordu.



Bunun sonucunda gerçekten de dev toplar yapılmaya başlandı –namlusu 3 m ve ağırlığı da 9 ton olan toplar sıradan hale geldi. Ama tıpkı bambu toplarda olduğu gibi bu toplarda da namlunun infilak edip topçusunu öldürme riski oldukça yüksekti.


J. Priestley

PRIESTLEY'NİN "HAVALARI"

Joseph Priestley yoksul bir döşemecinin oğlu olarak Mart 1733'te doğdu. Genç yaşta babasını kaybetti. Ailesi öyle yoksuldu ki Joseph mecburen akrabalarının yanına gönderildi. Kendi gayretiyle mahalle okulunda Latince, fizik ve felsefe öğrendi ve Anglikan Kilisesi'ne bağlı olmayan bir rahip oldu. Isaac Newton gibi teslis inancının saçma olduğunu düşünmeye başladı ve Unitaryen denen mezhebe katıldı.

Kısa süre sonra tutkuyla deneyler yapmaya ve başlıca ilgi alanlarından biri olan gazlar ya da onun deyişiyle "hava"lar konusunda çalışmaya başladı. Binlerce yıl boyunca havanın bozulamaz tek bir madde olduğu düşünülmüştü. Ancak Priestley'nin zamanında insanlar farklı özelliklere sahip havaların olduğunu fark etmeye başladı. Priestley, Leeds'te bir bira fabrikasının yakınlarında yaşarken havayla ilgili deneyler yapıyordu. Özel olarak, kötü kokulu hava ya da "sabit hava" olarak adlandırılan –artık karbondioksit olarak bildiğimiz– ve fermantasyon sırasında oluşan havayla ilgiydi. Fermente alkolün üzerinde kalın bir tabaka halinde oluşan "koyu hava" kolayca toplanabiliyordu. Priestley, bu havanın içine konan bir mumun hemen söndüğünü keşfetti. Ayrıca koyu havanın suda çözündüğünde köpüren, lezzetli bir içeceğe dönüştüğünü de buldu. Buna "zehirli içki" adını koydu ve uzun deniz yolculuklarının hastalığı olan iskorpite deva olabileceği umuduyla tarifini İngiliz Donanması'na verdi. Aslında günümüzde gazoz diye bilinen şeyi keşfetmişti. Zehirli içki sayesinde Priestley bir servet kazanabilirdi ama o keşfindeki potansiyeli göremedi. Bu buluştan yararlanmak da Johann Jacob Schweppe adlı İsviçreli bir saat yapımcısına kaldı. Çok dindar biri olan Priestley hiç bilmeden meşrubat endüstrisinin kurucusu olmuştu.

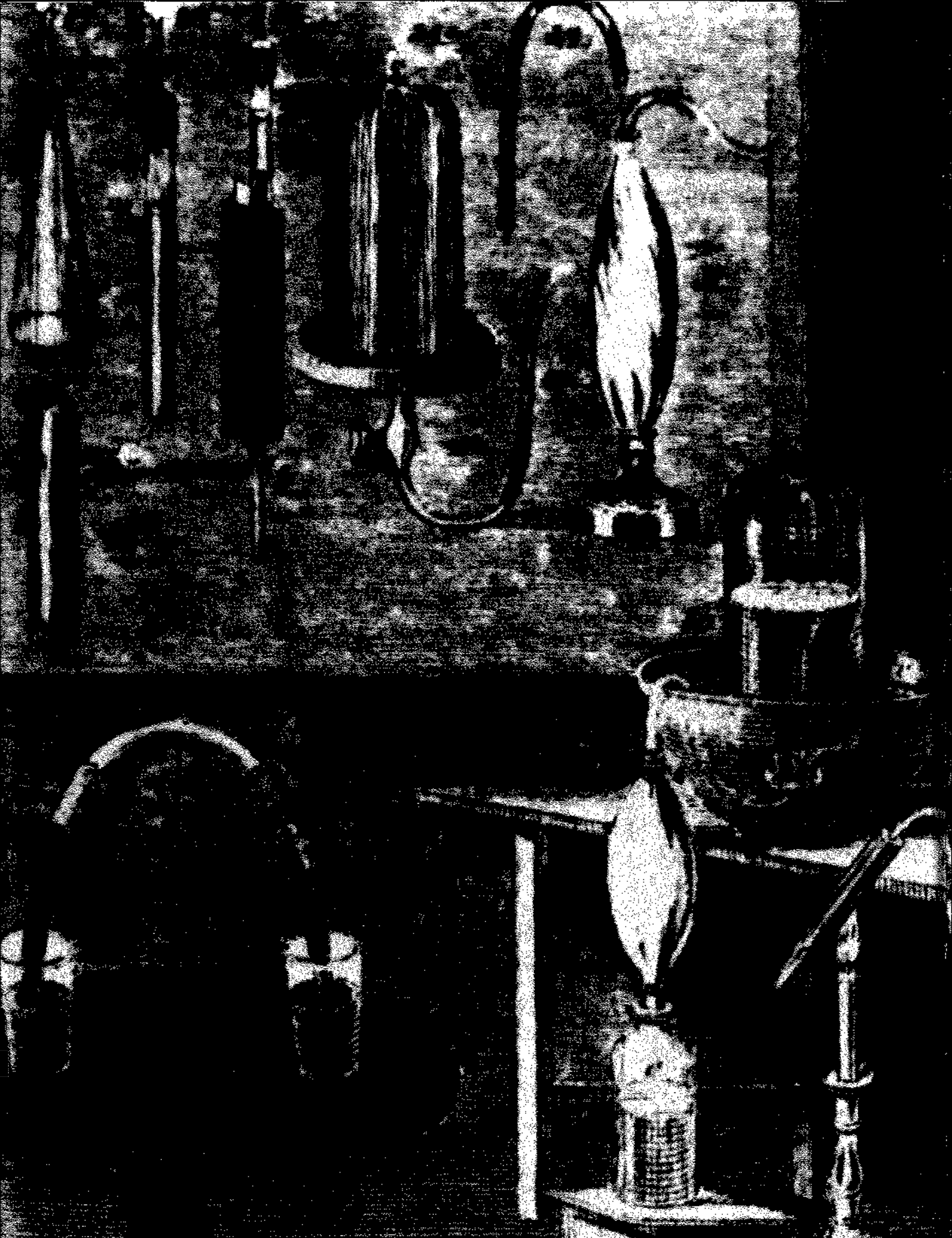
"Binlerce yıl boyunca havanın bozulamaz tek bir madde olduğu düşünüldü. Ancak Priestley'nin zamanında insanlar farklı özelliklere sahip 'havalar'ın olduğunu fark etmeye başladı."

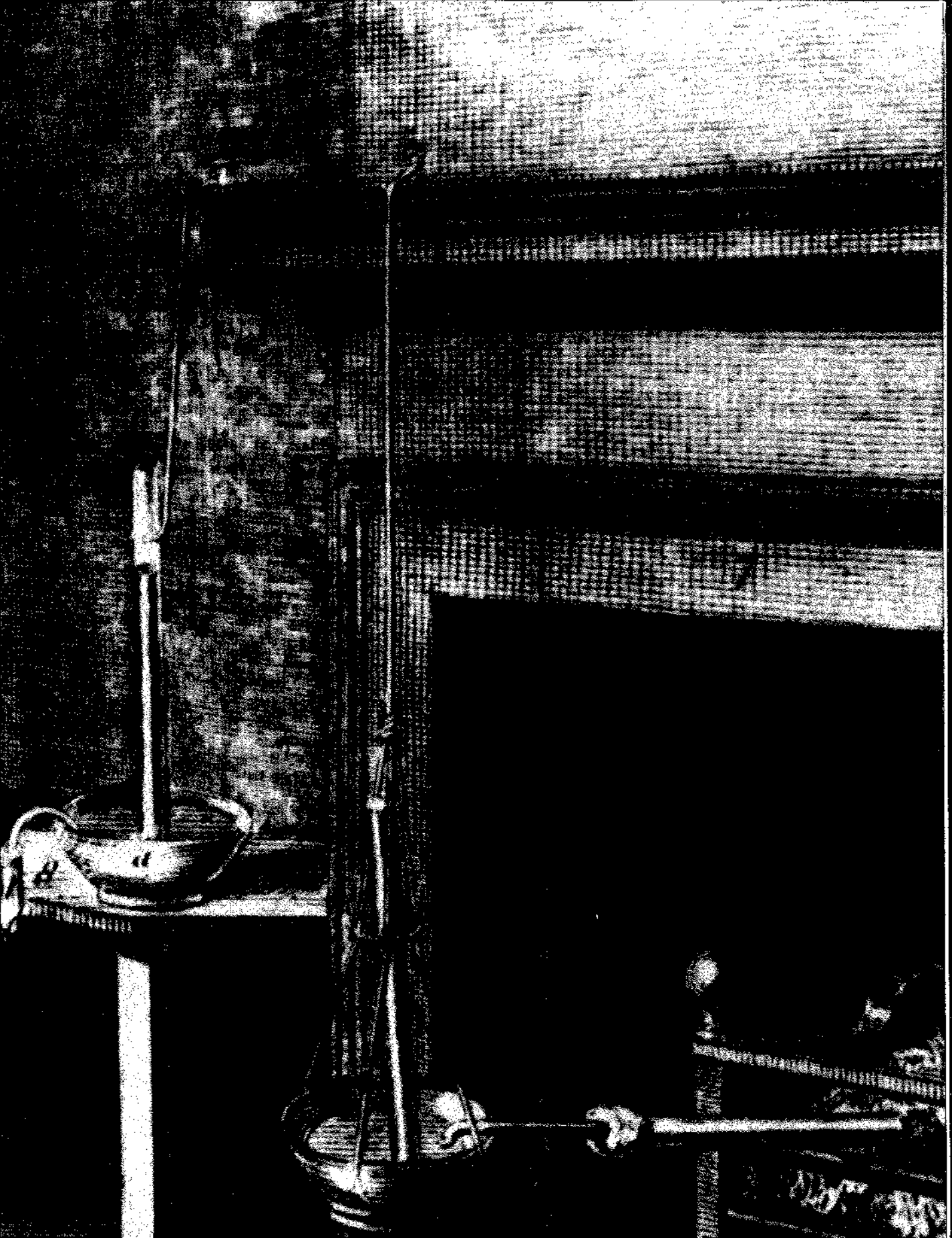
Solda:
Joseph Priestley 1733-1804 Dinsel muhaliflere karşı hoşgörülü olmayı savunan biriydi, ama Fransız Devrimi'ni desteklediği için Britanya'dan kaçıp Birleşik Devletler'e gitmek zorunda kaldı.

Sonraki sayfa:
Joseph Priestley'nin laboratuvarında gazları ayrıştırıp depolamada kullandığı deney aletlerinden bazıları görülüyor.

Ağustos 1774'te Priestley daha önemli başka bir keşif yaptı. Kırmızı cıva tuzunu (günümüzde cıvaoksit olarak biliniyor) iyice ısıttığında sıra dışı özellikleri olan bir hava elde etti. Bu havanın içine yanan bir mum koyduğunda alevin hızla büyüdüğünü ve parlaklığıyla sıcaklığının çok arttığını gözledi. Sonra bu gazı bir fareye verdi ve kendi de denedi. Bu havayı solumanın kendisini canlandırdığını ve enerji verdiğini gördü. Bu "arı hava"nın lüks bir moda olup olmayacağını düşündü. Ne olursa olsun –Priestley pek emin değilse de– bu olağanüstü bir maddeydi. Buna karşın ona "filojistonsuz hava" gibi hantal bir ad verdi. Priestley oksijeni keşfetmişti; daha doğrusu sonra ortaya çıkacağı gibi, keşfedenlerden biri olmuştu. Filojistonsuz hava Priestley'nin düşündüğü gibi sağlıklı olmayabilir, hatta olasılıkla sağlığa zararlı olabilirdi; çünkü cıvaoksitten elde edilirken bol miktarda cıva buharıyla karışıyordu.

Bu önemli buluştan üç ay sonra Priestley, hamisi Shelbourne Kontu'na yol arkadaşlığı yaptığı şanssız bir Paris gezisine katıldı. Paris'teyken önemli bir akşam yemeğine çağrıldı.







AKŞAM YEMEĞİ

Akşam yemeğinin ev sahipliğini yapan Antoine Lavoisier taşralı bir aydındı. Kendisine miras olarak küçük bir servet kalmıştı. Mültezim olarak bilinen bir konuma gelerek servetini daha da artırdı; devlete bir harç ödüyor ve karşılığında da devlet için vergi topluyordu. Mültezimler genellikle yozlaşmış, rüşvet alan ve tahmin edileceği gibi hiç sevilmeyen insanlardı. Lavoisier de ileride bu işi nedeniyle öldürülecekti.

Lavoisier çok genç bir yaşta, daha 25'inde, Académie Royal des Sciences'a (Kraliyet Bilimler Akademisi) seçildi. Kısa sürede Paris'in sokak aydınlatmasının daha iyi tasarlanması gibi önemli görevlere getirildi. Genç eşi Marie-Anne'i, o daha on üçündeyken yaşlı bir adamın elinden kapmış ve evlenivermişti. Marie-Anne onun bilimsel ruh ikiziydi. Günlerinin çoğunu laboratuvarda saatlerce birlikte çalışarak geçirirlerdi. Mutluluk günü diye adlandırdıkları pazar günlerinde de bütün gün laboratuvarda çalışırlardı. Bu işbirliğinde Marie-Anne'in çok önemli bir görevi vardı. İngilizce öğrenmişti. Böylece çalışmalarıyla ilgili olarak Manş'ın öteki yakasında yapılanları izliyor ve Lavoisier'yi bilgilendiriyordu. Ayrıca deneylerin çizimlerini yapıyor ve elde edilen tüm sonuçların kayıtlarını tutuyordu.

Lavoisier yeteneklerinin farkında, hırslı biriydi. Ancak bütün zenginliğine ve çabalarına karşın, o güne değin dikkate değer bir keşfinin olmadığını da biliyordu. Ekim 1774'te bir akşam yemeği sırasında Priestley'nin anlattıklarından sonra Lavoisier en ünlü deneylerinden bazılarını yapmaya başladı. Olasılıkla Priestley yemekte zengin sofranın, güzel yemeklerin, ortamın ve Antoine Lavoisier'nin etkileyiciliğiyle biraz kendinden geçmişti. Eşine yazdığı mektupta "Kentin aydınlarının birçoğu yemeğe katılmıştı," diye yazdı. Yemek sırasında Priestley, Lavoisier'ye en son keşfi olan yanıcı özellikteki "hava" hakkındaki her şeyi anlattı. Hatta ona ve yemektekilere onu nasıl ortaya çıkardığını da açıkladı. Masanın öteki ucundaki Lavoisier anlatılanları büyük bir dikkatle dinledi; keşfin bilimsel önemini fark etmişti. Priestley, Bay ve Bayan Lavoisier'nin ve öteki konukların da "şaşkınlıklarını gizleyemediklerini" yazmıştır. Her ne kadar Britanya ile Fransa düşman olsalar da Priestley son keşiflerini böyle rahatlıkla anlatarak aslında bilimsel şeffaflık çağının iyi niyet anlayışına uygun davranmıştı. Ama bu içten davranışı için bir süre sonra çok pişman olacaktı.

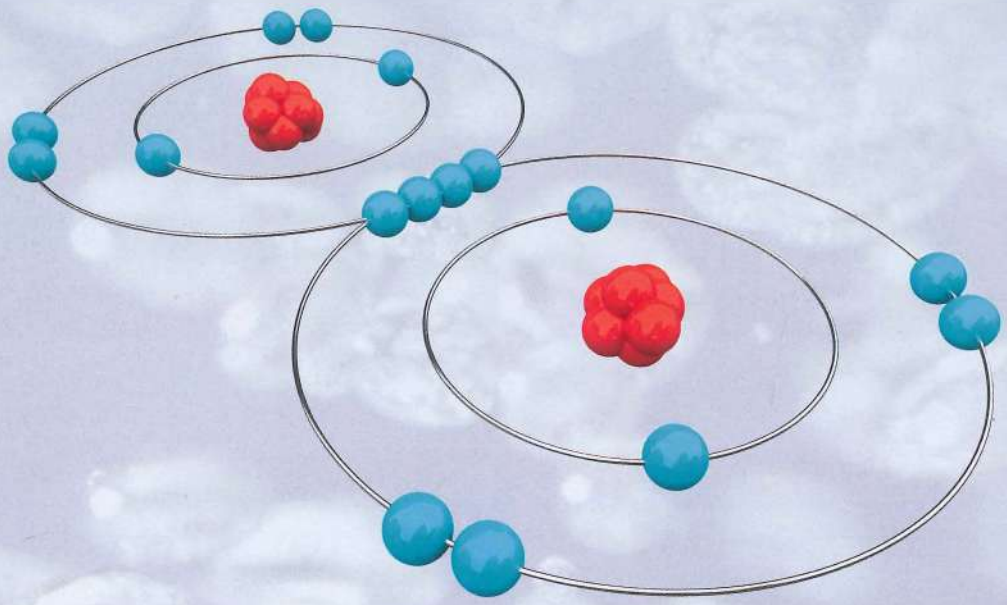
"Yemek sırasında Priestley, Lavoisier'ye en son keşfi olan yanıcı özellikteki 'hava' hakkındaki her şeyi anlattı."

Akşam yemeğinden sonra Lavoisier hemen iyi donanımlı laboratuvarına koşup Priestley'nin deneyini yineledi. Aralarındaki sorun da böylece başlamış oldu. Sonraki gelişmeler bu ikiliyi birbirlerine rakip yaptı. Saf kırmızı cıva tuzu elde etmek görece kolaydı. Cıva tuzları o dönemde Paris'te yaygın olan frengiye karşı kullanılan birkaç etkili ilaçtan biriydi. Lavoisier onları ısıttı ve tıpkı Priestley'nin yaptığı gibi çıkan gazı topladı. Biriken gazın Priestley'nin betimlediği özellikler taşıdığını gördü.

Solda: Burada eşi Marie-Anne ile birlikte resmedilen Lavoisier, aralarında hidrojen ile oksijenin de bulunduğu önemli birkaç elementin isim babasıdır.

OKSİJEN

Bilim tarihinde oksijeni Joseph Priestley ve Antoine Lavoisier'den çok önce keşfettiğini ileri süren birçok kişi vardır. 1620'de Londra'da küreklerle ilerleyen bir denizaltı yapılmış ve Thames Nehri'nde de yüzdürülmüştü. İçerideki havanın kimyasal bir preparat sayesinde –olasılıkla oksijenle– sürekli taze tutulduğu söylenir. Daha büyük olasılıkla Isaac Newton'un düşmanı Robert Hooke ile Robert Boyle'un –Boyle Yasası'nı bulan ve kibriti keşfeden kişi– 17. yüzyılın sonlarına doğru yanma konusunda çalışırken oksijeni keşfetmiş olduğu söylenebilir. İkili önce bir kavanozdaki havayı boşaltmış ve o kavanozda odunkömürünün yanmadığını göstermişti. Boyle, sonra kavanoza potasyum nitrat –barutun içerdiği maddelerden biri– eklendiğinde odunkömürünün yeniden yandığını buldu. O zaman hem havada hem de potasyum nitratta yanmayı sağlayan bir şey bulunduğunu anladı. Bugün o şeyin oksijen olduğunu biliyoruz.



Yukarıda: Oksijenin yapısının modern yorumu görülüyor. Buna göre atom altı parçacıklar olan elektronlar merkezde bulunan ve daha ağır olan proton ve nötronlardan oluşan çekirdeğin çevresinde döner. Dış "kabuk"lardaki elektronların değiştokuşu ya da paylaşılması sayesinde molekülleri oluşturan bağlar kurulur. Bu bütün kimyasal tepkimelerin temelini oluşturur.

Daha sonra Lavoisier çok önemli bir başka şey daha yaptı. Deneyi tersten yineledi, cıvayı oksijenin içinde ısıtıp cıvaoksit elde edip edemeyeceğini görmeye çalıştı ve başardı.

Lavoisier muhasebeci yaklaşımıyla deneyi sürdürdü –ne de olsa vergi toplayan biriydi. Tepkimeden önce ve sonra maddeleri özenle tarttı ve ağırlıklarının aynı olduklarını gördü. Cıvayla oksijenin toplam ağırlığı, ortaya çıkan cıvaoksidin ağırlığına eşitti. Bu gerçekte birçok açıdan gazın keşfinden daha önemliydi. Lavoisier kimyasal tepkimelerin doğasını anlamıştı. Maddeler birleşiyor ya da ayrışıyordu; maddeler basit elementlerin değişik kombinasyonlarda birleşmesiyle oluşuyor ve çevremizde gördüğümüz dünyayı oluşturuyorlardı. Lavoisier ayrıca bu mucizevi gaza bir ad da verdi: Oksijen. Oksijenin keşfi bilimde bir dönüm noktası oldu. O, soluduğumuz havanın bir parçasıydı ve yaşam veren gazdı. Aynı zamanda da yanmayı sağlayan gazdı.

"Oksijenin keşfi bilimde bir dönüm noktası oldu. O, soluduğumuz havanın bir parçasıydı ve yaşam veren gazdı. Aynı zamanda da yanmayı sağlıyordu."

İngiltere'deyse Priestley doğal olarak keşfinin sahiplenilmesinin ve yeniden adlandırılmasının üzüntüsü içindeydi. "Benim cıva kirecinden elde ettiğim havayı ona açıklamam sayesinde deneye yöneldiğini ve akşam yemeğinden ayrılmamdan sonra deneyi yaparak o havayı bulduğunu söylemesi gerekirdi," diye yazmıştır. Gerçekte oksijeni ilk bulan kişi Priestley de değildi. Carl Scheele adlı İsveçli bir kimyacı 1772'de yani Priestley'den iki yıl önce cıvaoksidi ısıtarak oksijen elde etmişti. Yazdığı kitapta buluşlarına yer vermiş ancak onu 1777'de bastırabilmişti.

Priestley'nin "yetersiz bilgilendirme" olarak gördüğü Lavoisier ile aralarındaki uyuşmazlık giderek basit bir dargınlığı aştı. Lavoisier yalnızca Priestley'nin deneyini yinelemekle kalmamış deneyin gerçek anlamından çok farklı sonuçlara da ulaşmıştı. O dönemde kimyacıların büyük bir bölümü yanan maddelerden filojiston denen görünmeyen bir maddenin çıktığına inanıyordu. Yaygın kabul gören teoriye göre kapalı bir ortamda yanan bir madde bir süre sonra sönerdi; çünkü çevresindeki hava filojiston yönünden doygunluğa ulaşmış olurdu. Priestley de bulduğu gaza "filojistonsuz hava" adını vermişti. Çünkü onun içinde yaktığı bir çubuk çok parlak alevler çıkararak yanmıştı; sanki hiç filojiston içermiyormuş gibi.

Lavoisier hatalı ve yanıltıcı olarak nitelediği bu teoriyi çürütmeye kararlıydı. "Kimyayı daha kesin ve kurallı bir düşünce tarzına yönlendirmenin zamanı geldi," diye yazmıştı. Deneyi açıkça yapıp bulguları tartışmaya açan ilk kişi kesinlikle Priestley'di; ama deneyin gerçekte ne anlama geldiğini anlayan da Lavoisier olmuştu. Bu aslında bir Fransız'ın açıkladığı İngiliz keşfiydi. Gerçekten önemli olan konu Lavoisier'nin oksijenin bir başka hava olmadığını fark etmiş olmasıdır. O, maddenin temel yapı taşlarından biriydi, bir elementti. Antoine Lavoisier için bu, yalnızca gazlara olan ilgisinin başlangıcıydı ve bu ilgi onu maddenin doğasının modern kavrayışına götürecekti.

BALON YARIŞLARI, GAZ SAVAŞLARI

Paris'teki olaylı akşam yemeğinden on yıl kadar sonra, 1783'te Fransa balon hummasına kapılmıştı. Her şey Fransa'nın güneyindeki Annonay'de bir çayırda başladı. Kâğıt üreticisi iki kişi, Montgolfier Kardeşler en son icatlarını gösterdiler. Bu, yelken bezi ve kâğıttan yapılma bir balondu; büyük ve açık bir ağzı vardı. İnsanlar havadaki balonun çevresinde duruyor, onu iple tutuyorlardı. Bu sırada balonun altında yığılı saman balyaları da dikkatlice yakılıyordu. Balonun altına bir sepet konmuştu. Sepette üç yolcu bulunuyordu: bir koyun, bir horoz ve bir de ördek. Balon iyice şişip gerginleşince salıverildi ve göğe doğru yükselmeye başladı. Yaklaşık 6.000 kişilik kalabalık, gördüğü mucize karşısında şaşkına dönmüştü.

Montgolfierler pratik insanlardı; büyük kuramcılar değillerdi. Asıl olarak balonlarının yaratacağı askeri olanaklar ve getireceği ticari başarıyla ilgileniyorlardı. Bugün sıcak hava balonu denen şeyi yapmışlardı. Ama balonu göğe yükselten kuvvetin, odunun yanmasıyla ortaya çıkan ve onların "hafiflik" adını verdikleri bir maddeyi içeren özel bir gazdan kaynaklandığını düşünüyorlardı. Bu gaza "Montgolfier gazı" dediler.

Çok geçmeden bir yarışma düzenlendi ve insan taşıyan ilk balonu yapacak olanların ödüllendirileceği duyuruldu. Bir süre bu ilk uçuşun yolcularının kim olması gerektiğine yönelik ateşli tartışmalar yapıldı. Güvenlik konusunda kuşkuları olan kral, ilk uçuşta mahkûmların olmasını önerdi. Kısa bir süre sonra 21 Kasım 1783'te Montgolfierler iple yer bağlantısı olmayan ve çapı 15 m'den büyük, dev bir balonla iki kişiyi uçurdu. Balon gücünü, içinde saman balyaları yanan 1,8 m'lik bir mangaldan alıyordu. Güneyden esen bir rüzgâr, iki yolcuyu 25 dakikada 8 km öteye taşıdı.

"Hidrojen havadan 13 kat daha hafifti. Bu nedenle de muazzam bir kaldırma potansiyeli vardı."

Bu olaydan yalnızca on gün sonra öteki ciddi girişim gerçekleşti. Henry Cavendish adlı bir İngiliz'in keşfettiği –daha sonra Lavoisier tarafından hidrojen olarak adlandırılacak– "yanıcı hava"yla uçan bir balon göğe yükseldi. Hidrojen havadan 13 kat daha hafifti. Bu nedenle de muazzam bir kaldırma potansiyeli vardı. Balonun havalanmasını 400.000 kişilik bir kalabalık –Paris'in yarısı– izledi. Hidrojen balonu 43 km uçtu ve Montgolfier sıcak hava balonundan daha uzun menzilli olduğunu gösterdi. Ayrıca çok daha güçlüydü ve bu nedenle diğerinin yalnızca yarısı kadar büyüktü. Ama yarışmanın adil olmasını gözeten Académie Royale des Sciences (Kraliyet Bilimler Akademisi) ödülü Montgolfier Kardeşler'e verdi; çünkü ne de olsa onlar ilk olmuştu. Bu sırada balonculuğun geleceği üzerine çalışan bir komiteye atanan Lavoisier, hidrojenin önemini kavradı ve onun ticari ölçekte üretimi üzerine düşünmeye başladı. Bu süreçte, maddeyi ayrıştırmak için bir yöntem bulacaktı.

Sağda: Montgolfier balonunun yerle ip bağlantısı olmadan ilk uçuşu görülüyor. Bu yolculuğa Pilâtre de Rozier adlı bir doktor ile böyle önemli bir uçuşta mahkûmların yer almaması gerektiğini tartışarak krala kabul ettiren Arlandes Markisi gönüllü olarak katılmıştı.



MADDEYİ PARÇALARINA AYIRMAK

Henry Cavendish'in, hidrojeni ilk kez elde ederken kullandığı yöntem, bir metalin üzerine asit damlatmak ve ortaya çıkan gazı toplamaktı. Baloncuların yaptığı da bu sürecin ölçeğini büyütmek oldu. Bir varile demir tozlarını doldurdular, üzerine asit ve su eklediler ve oluşan hidrojeni de bir boruyla alıp balonlarını şişirdiler. Ancak bu işlemin iki sorunu vardı. Birincisi çok fazla su buharı oluşuyordu ki kâğıttan yapılan balonlar için bu hiç iyi değildi. İkincisi de asit yapımı için gereken güherçile aynı zamanda barutun da temel malzemelerinden biri olduğu için ondan yeteri kadar bulmak güçtü.

Lavoisier'nin çözümü ucuz, basit ve zekiceydi. Hidrojenin kâşifi Cavendish, kapalı cam kapta bir araya gelen hidrojen ve oksijenin bir elektrik kıvılcımıyla patladığını ve suya dönüştüğünü göstermişti. Lavoisier de buradan suyun iki elementten –oksijen ve hidrojen– oluşan bir bileşik olduğunu anlamıştı. Aynı zamanda eğer tepkimeyi tersine çevirebilirse sudan oksijen ve hidrojen elde edebileceğini de fark etmişti.

Lavoisier'nin bulduğu yöntemin özünde hızlandırılmış bir paslanma süreci vardı. 1,2 m'lik bir demir boruyu, bu bir tüfek namlusuydu, yanan kömürlerin ortasına belli bir açıyla öyle yerleştirdi ki namlunun orta bölümü ısınıp kızıllaştı. Sonra namlunun ucundan çok hafifçe su boşaltı. Su namludan aşağı doğru ilerledikçe sudaki oksijen namlunun metaliyle tepkimeye giriyordu. Bu tepkimenin sonucunda geriye su buharıyla hidrojen kalıyordu. Bu gaz karışımını yoğuşturunca saf hidrojen elde etti. Bu yöntemi kusursuzlaştırdıktan sonra Lavoisier bu deneyi 30'u aşkın beyefendiden oluşan bir izleyici kitlesine yineledi. Başardığı şeyi onların da görmesini ve önemini anlamalarını istiyordu.

Fransa hükümeti hidrojenli balonların askeri önemini hemen kavramıştı. Balonlar kısa sürede savaş alanlarında düşman hareketlerini izlemek için kullanılmaya başlandı. Napolyon ileride İngiltere'yi işgal ederken kullanmak üzere "balon birlikleri" kurdu. Bu çabası boşa çıkınca o balonlardan birkaçını bu kez Mısır'ın işgali sırasında kullandı. Ama amiral Horatio Nelson komutasındaki İngiliz donanması tarafından daha havalanamadan imha edildiklerinde henüz hiçbiri savaşa katılamamıştı. Hava gemileri ileride I. Dünya Savaşı sırasında düşmanı izleme ve bombalama amacıyla kullanıldılar. Ancak yolcu taşımacılığında hiç kullanılmadılar. Bunda onların güvenilirliklerine yönelik halkın inancını yıkan simgesel Hindenburg faciasının da bir parça etkisi vardır.



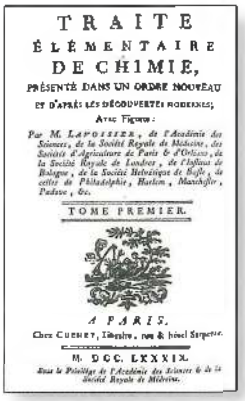
HINDENBURG FACİASI

Hindenburg faciası gelmiş geçmiş en ünlü havacılık facialarından biridir. 6 Mayıs 1937'de New Jersey'ye inmeye çalışan dev hava gemisi birden yanmaya başlamış ve bir dakikadan kısa sürede tümüyle tahrip olmuştur. Hava gemisindeki 36 kişinin ölmesi aslında birçok açıdan onu küçük bir facia yapar. Ne var ki hava gemisinin çok hızlı yanışı, bu olayın filme alınmasıyla birleşince bu facia hava taşımacılığı için simgesel bir olaya dönüşmüştür. Yangının nasıl ve nerede çıktığı hiç bilinemedi; ama alevler bir kez ortaya çıkınca hidrojenin çok yanıcı ve patlayıcı bir gaz olduğu hemen anlaşıldı. Olayın ironik yanı, zeplinler –Hindenburg da onlardan biriydi– güvenilir olma rekorunu ellerinde tutuyorlardı. Bu faciadan önce milyonlarca kilometre uçmuş olmalarına karşın, hiçbir zeplin yolcusu yaralanmamıştı bile. Hindenburg faciası gelişmiş bir hava taşımacılık aracı olarak görülen hava gemilerinin sonu oldu. Kısa bir süre sonra onların yerini uçaklar aldı ve Atlas Okyanusu'nu geçmenin en yaygın yöntemi uçak yolculuğu oldu.

Solda: Hidrojen dolu balonun bir mumla patlatılarak hidrojenin patlayıcılığının gösterilmesi, kimya derslerinin en bilinen deneylerinden biridir.

DEVRİM

Parislilerin Bastille'i basıp Fransız Devrimi'ni başlattıkları 1789'da Lavoisier de başyapıtı olan *Traité Élémentaire de Chimie*'yi (Temel Kimya İncelemesi) yayımlamıştı. Kitabında yaşamı boyunca yaptığı çalışmaları özetliyor ve simyanın gizemli dünyasının son kalıntılarını da ortadan kaldırıyordu. Kimyasal elementlere, onların özelliklerini ya da yaradıkları işi betimleyen mantıklı adlar vermişti. Kitap birçoklarına göre modern kimyanın başlangıç metinlerini içeriyordu. Ne yazık ki Lavoisier tırnaklarıyla kazıyarak ulaştığı ünün keyfini çıkaracak kadar uzun yaşayamadı.


TRAITE
ÉLÉMENTAIRE
DE CHIMIE,
PRÉSENTÉ DANS UN ORDRE NOUVEAU
ET D'APRÈS LES DÉCOUVERTES MODERNES;
AVEC FIGURES:
Par M. LAVOISIER, de l'Académie des Sciences, de la Société Royale de Médecine, des Sociétés d'Agriculture de Paris & d'Orléans, de la Société Royale de Londres, de l'Institut de Bologne, de la Société Helvétique de Bâle, de celles de Philadelphie, Harlem, Manchester, Padoue, &c.
TOME PREMIER.
A PARIS,
Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente.
M. DCC. LXXXIX.
Avec la Privilège de l'Académie des Sciences & de la Société Royale de Médecine.

Yukarıda: Lavoisier'nin, çizimlerini eşinin yaptığı, *Traité Élémentaire de Chimie* adlı çalışması 1789'da basıldı. Bu kitap genellikle ilk modern kimya kitabı olarak kabul edilir.

Lavoisier yaşamı ve kimya çalışmaları için gereken parayı vergi toplama işinden elde ediyordu. Vergi memurları bugün de pek sevilen insanlar sayılmaz; ama devrim Fransa'sında özellikle aşağılanan ve nefret edilen kimselerdi. Bir zamanlar Lavoisier'nin hor gördüğü ama şimdi devrimin liderlerinden olan Jean-Paul Marat öcünü alma fırsatı yakalamıştı. Lavoisier hakkında "O, aslında yurtdışında yapılan keşiflerin babası olarak kabul edilir. Halbuki onun kendine özgü hiçbir fikri yoktur; hep başkalarının fikirlerini çalar. Onları da nasıl değerlendireceğini bilemez. Onları, benimsediği kadar çabuk terk eder ve ayakkabı değiştirir gibi düşüncelerini değiştirir," demiştir.

Para çalmak ve karşı devrimci etkinliklerde yer almakla suçlanan Lavoisier, Mayıs 1794'te 50 yaşındayken giyotinle idam edilmiştir. Bir çağdaşı bu durumu şöyle yorumlamıştı: "O başı kesmek için bir an yeterli oldu ama öyle bir başın yeniden yetişmesi için yüz yıldan çok geçmesi gerekecektir." İdamından önceki akşam Lavoisier bir arkadaşına "küçük de olsa bir övgü" ile anımsanmayı umduğunu yazmıştı. Şimdi nasıl anıldığını bilse herhalde mutlu olurdu. Aslında Lavoisier öyle büyük ve orijinal keşifler yapmamıştı; ama başkalarının keşiflerini yorumlayarak dünyayı kavrayışımıza birçoğundan daha büyük bir katkı sağladı.



Solda: Lavoisier, Kasım 1793'te tutuklanan 32 vergi toplayıcıdan biriydi. Altı ay sonra bunların 28'i giyotinle idam edildi.



Humphry Davy
1778–1829

ROMANTİK KİMYACI

Lavoisier'nin ölümünden birkaç yıl sonra bu kez Londra yeni bir yıldızla tanıştı. Humphry Davy adlı bu kişi 1801'de sahnedeki ilk sunumundan itibaren çok iyi eleştiriler almıştı.

O kadar çok sayıda genç, romantik ve sosyetik kişiyi sunuşlarına çekiyordu ki o sunuş yaptığında Royal Institute'un (Kraliyet Enstitüsü) önünden geçen sokakta araba kargaşası yaşanıyordu. Yetkililer bu durumla baş edebilmek için Albermarle Sokağı'nı Londra'nın ilk tek yönlü sokağı yapmak zorunda kadı. Bir kimyacı olduğu göz önüne alınırsa, Davy'nin büyük başarısı aslında biraz da şaşırtıcıydı. Ne var ki Davy anlattıklarını ilginçleştirmeyi çok iyi biliyordu. Doyurucu açıklamalar getirmenin yanında çağın mucizesi olan elektrikle yaptığı gösterilerle de izleyicilerini etkiliyordu.

Pavia Üniversitesi'nde fizik profesörü olan Alessandro Volta 1799'da dünyanın ilk pilini (*bkz.* 4. Bölüm) yapmıştı. Çok kısa bir süre içinde pilin ya da o zamanki adıyla volta pilinin suyu ayrıştırıp oksijen ve hidrojen elde etmede kullanılabildiği anlaşıldı. Davy de bunun kendisini ünlü yapabilecek bir gelişme olduğunu fark etti. Gösterilerine abonelik yoluyla para biriktirdi ve çok sayıda volta pili satın aldı. Bu pilleri kullandığı ilk deneylerden birinde çok aşındırıcı bir madde olan potası ve büyük elektrik yüklerini kullandı. Potas dolu kabın içindeki elektrotlara elektrik verdiğinde metal gibi parlak olan ve cıvaya benzeyen küçük küreler oluştuğunu gözledi. Sonradan potasyum adını verdiği bu madde ısıtıldığında patlıyor ve çok parlak alevler çıkararak yanıyordu. Potasyumu keşfetmiş olması Davy'yi çok heyecanlandırdı. Deneyi halka açık bir gösteride yinelediğinde izleyenler de çok etkilendi ve beğendi.



Solda: Aralarında tuzlu su emdirilmiş kumaş bulunan üst üste dizilmiş çinko ve bakır disklerden oluşan bir volta pili görülüyor. Bir telle devre kapatıldığında akım oluşuyordu.

Çeşitli bileşikleri ayrıştırmada elektriği kullanan Davy, aralarında sodyum, kalsiyum, stronsiyum, baryum, magnezyum ve klorun da bulunduğu birkaç yeni element daha keşfetti. Daha önceleri hep saklı kalmış gizemli bir dünyayı ortaya çıkarıyormuş gibi hissediyordu. Davy bütün maddelerin elementlerden oluştuğunu anladı. Elementler hiçbir kimyasal işlemle başka alt birimlere ayrışmayan maddelerdi. Ayrıca maddeleri ayrıştırmada elektrik kullanıldığına göre maddeleri bir arada tutan kuvvetin de elektriksel bir yapısı olması gerektiğini düşünüyordu. Bunlar büyük düşünsel başarılardı.

"Davy anlattıklarını ilginçleştirmeyi çok iyi biliyordu. Doyurucu açıklamalar getirmenin yanında çağın mucizesi olan elektrikle yaptığı gösterilerle de izleyicilerini etkiliyordu."

Ama onun belki de en büyük başarısı kimyanın yaygınlaşmasını sağlaması ve izleyicilerinin imgelemlerini daha önce hiç olmadığı kadar harekete geçiriyor olmasıydı. Gösterileri kendisiyle tanışmaya gelen meraklı genç bayanlarla doluyordu. "O gözler," demişti, birçok bayan hayranından biri "deneylerle boşa harcanıyor".

Ama daha da önemlisi onun derslerine sanayicilerle fabrika sahipleri de geliyordu. Bunlar, işleri için yararlı olabilecek bir şeyler arayışında olan ciddi kişilerdi. Davy onların gözünü açtı ve bu yeni bilim çağında bilimden yararlanarak para kazanılabileceğini onlara gösterdi. Davy zamanının bir bölümünü de çalışma arkadaşı John Dalton'un sunuş becerisini geliştirmeye yardım ederek geçiriyordu. Dalton'a konuşmasını okutturuyor ve odanın en arkasında oturduğu yerden notlar alıyordu. Dalton asıl olarak atom kavramını yeniden ortaya çıkarmaya yönelik çalışmalarıyla ünlü olmuştu. Tıpkı Robert Boyle gibi o da gazlar üzerine çok kapsamlı çalışmalar yapmış ve gazların kapalı bir kapta oluşturduğu basıncın aslında atomların kabın iç duvarlarına çarpmasıyla oluştuğunu düşünmeye başlamıştı. Her elementin kendine özgü atomları olduğunu ve bu atomların birbirine bağlanarak "birleşik atomlar" oluşturduğunu düşünüyordu. Ne var ki bu düşünceleri büyük ölçüde önemsenmedi.

Davy genç bir yaşta, 51'inde, öldü. Sağlığı, büyük olasılıkla kendi üzerinde sınadığı çok sayıda zehirli kimyasal maddenin biriken olumsuz etkileri nedeniyle bozulmuştu. Birçok keşfinin (aralarında madenciler için icat ettiği güvenli bir lamba da bulunmaktadır) bilimin gelişmesinde hemen göze çarpmayan önemli bir katkısı daha vardı. Davy'nin derslerini tutkuyla izleyen birçok bayandan biri de Mary Shelley'di. Shelley, *Frankenstein*'ı yazarken kitaptaki karakterlerden birini Davy'den esinlenerek oluşturmuştu. Yapay bir yaşam yaratma düşüncesi de kuşkusuz Davy'nin elektrikle yaptığı gösterilerinden kaynaklanmıştı.

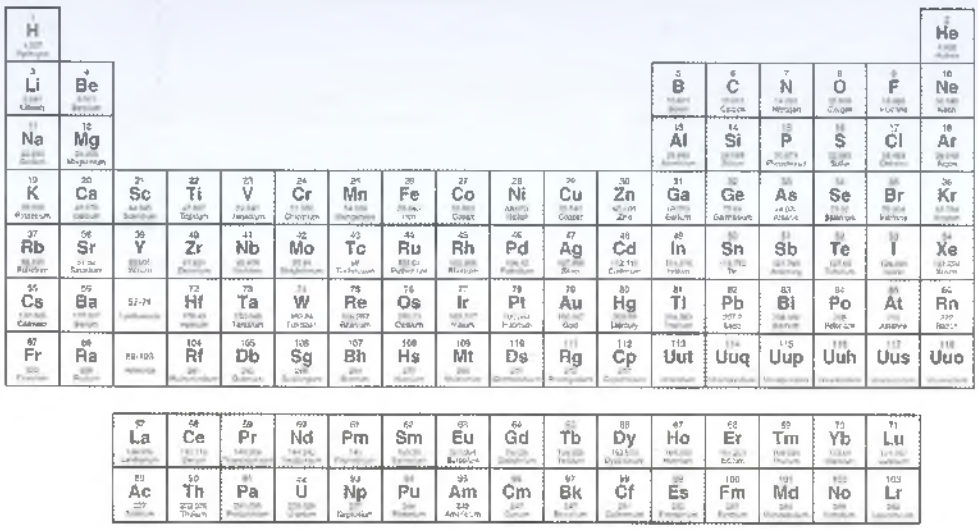
Solda: Potasyum yanarken oluşan mor alevler halka açık gösteride izleyenleri olduğu kadar Davy'yi de etkilemişti.

Shelley'nin kitabı ve özellikle de onun üzerine yapılan filmler kamuoyunun aklında bilim insanlarının çok zeki ama pek de iyi anlamadıkları ve çok az kontrol edebildikleri bazı kuvvetlerle uğraşan kişiler olduğu imajının oluşmasına yol açmıştır.

Davy'nin bir başka arkadaşı da şair Coleridge'di. Coleridge, Davy'nin kendisi gibi deneycilerin yaptıklarını tanımlamak için kullandığı "bilim insanı" teriminin yerleşmesine yardımcı olmuştur. Uzun yıllar boyunca "bilim" çok çeşitli alanlardaki büyük miktarda bilgi için kullanılan genel ve kuşatıcı bir terim olarak kalmıştı. Müziğin biliminden ya da etiğin biliminden konuşabilirdiniz. Daha önce kullanılan genel terim "doğa felsefecisi" fazla mağrur kalıyordu.

ELEMENTLER VE PERİYODİK TABLO

Dünyadaki her şeyin beş elementten oluştuğunu ileri süren Eski Yunan düşünürü Aristoteles, elementleri, "başka bedenleri oluşturabilen ama kendileri başka bedenlere ayrışmayan bedenler" olarak tanımlamıştı. Bir elementin bölünemez olduğunu söyleyen bu düşünce, elementlerin gerçekten de çok küçük atomlardan oluştuğunun çok açık bir şekilde anlaşıldığı döneme kadar ulaşmıştır. Elementin modern tanımı, atom kuramını kavrayışımızın üzerinde yükselir: Tek bir atom türünden oluşan arı madde. En bilinen elementler arasında oksijen, karbon, hidrojen, azot, demir, bakır, gümüş ve altın vardır. Bilinen elementlerin sayısı yıllar içinde yavaş yavaş artmıştır. 18. yüzyılda Lavoisier ilk modern element tablosunu oluşturmuştu. *Traité Élémentaire de Chimie* adlı kitabında 33 elementi listelemişti. Kısa olmasının yanında bu liste günümüzde bazılarınca kuşkuyla da karşılanabilir; çünkü oksijen gibi bildiğimiz elementlerin yanında "ışık" ve "ısı" gibi elementler de yer alıyordu. Artık doğada 94 element bulunduğunu biliyoruz. Bunların yanında 23 tane de insan yapımı element bulunuyor. En son yapay element Nicolaus Copernicus'a ithaf edildi ve ona Kopernikyum adı verildi. Bu yeni elementin atom numarası 112 ve simgesi de "Cp"dir.



D.E.Ü. MERKEZ KÜTÜPHANESİ

SENTEZ YÜZYILI

19. yüzyıla kadar kimyacılar maddeleri elementlerine ayrıştırmada çok başarılı oldular. Sonra da o elementleri olağandışı oranlarda birleştirerek yapay ürünlerin egemen olduğu bir dünya yarattılar. Bu yeni yapay ürünlerin yapıldığı hammadde, garip bir şekilde, kömürdü. Yüzyılın sonunda kömür ısı ve güç elde etmenin yanı sıra, aynı zamanda gaza dönüştürülüyor ve evlerin aydınlatılmasında da kullanılıyordu. Bu gazın üretim sürecinin yan ürünlerinden biri de sevimsiz ve yapışkan bir madde olan kömür katranıydı. 1820'de Charles Macintosh onu elbiseleri su geçirmez yapmak için kullandı ve "Mackintosh Yağmurlukları"nı yarattı. Macintosh'un başarısı başkalarını da yüreklendirdi ve kömür katranının yeni kullanım alanları araştırılmaya başlandı. Londra'daki Royal College of Chemistry'nin (Kraliyet Kimya Koleji) ilk yöneticisi August Wilhelm von Hofmann kömür katranının karbon, hidrojen, oksijen ve azottan oluşan bir bileşik olduğunu fark etti. Bu elementleri yeniden düzenleyerek o dönemde dünyada en aranılan ilaç olan kinini elde edebileceği umuduna kapıldı. Sıtma bugün olduğu gibi o dönemde de en çok ölüme yol açan hastalıklardan biriydi ve kinin de sıtma tedavisinde kullanılan tek ilaçtı. Von Hofmann kinin elde edemedi ama araştırmaları sırasında –kaza eseri– kimyasal maddeleri endüstriyel ölçekte üretebilmenin yöntemini keşfetti.

Sıtma, geçmişte imparatorlukların bile çökmesine yol açmış çok eski bir hastalıktı. 1800'lü yıllarda da tropik bölgelerdeki ölümlerin başta gelen nedenlerindendi ve İngilizler gibi sömürgecilerin karşı karşıya kaldıkları en büyük sağlık sorunlarındandı. Subaylar, yalnızca Hindistan'da 25 milyon kişiye bulaşmış ve her yıl 2 milyon kadar kişinin ölümüne neden olan bu hastalıkla ilgili iç karartıcı raporlar gönderiyorlardı. Sıtmaya neyin yol açtığını kimse bilemiyordu –sivrisinekle olan bağlantısı henüz anlaşılmamıştı– ama ceviz kabuğunun içinde örümcek taşımanın hastalığı iyileştirdiğine yönelik yaygın bir batıl inanış vardı. Sıtmayla savaş Britanya ve deniz aşırı ülkelerde sömürgesi olan bütün devletler için ulusal öncelikte bir konu haline gelmişti.

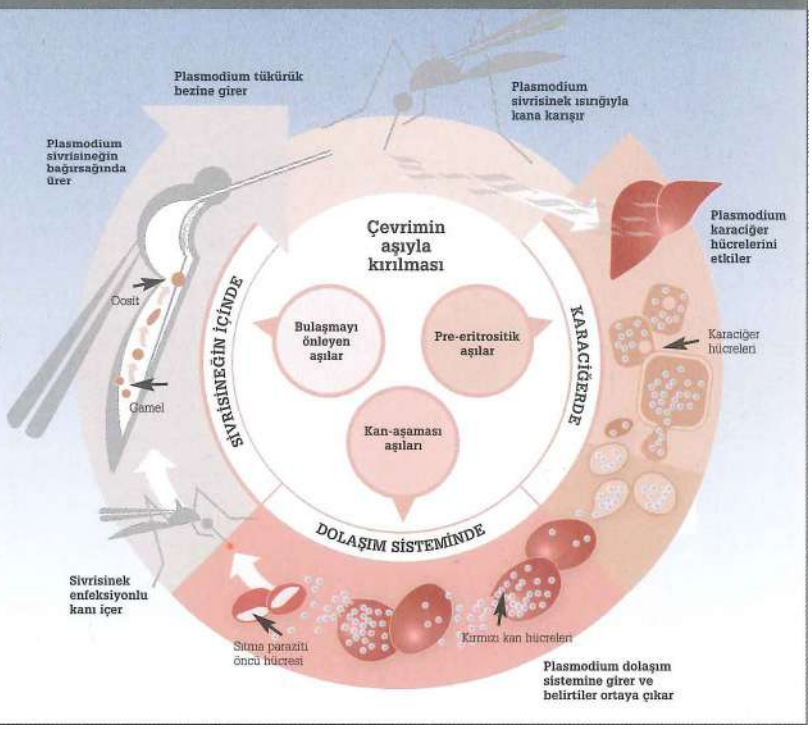
Sıtma ilacı kinin, kınakına ağacının kabuğundan elde ediliyordu. İlk olarak Güney Amerika'da Andlar'ın yamaçlarında, bu ağacın "ateş ağacı" olarak bilindiği yerlerde keşfedilmişti. Efsaneye göre dağlarda kaybolmuş ve ateşler içindeki bir yerli kendini kınakına ağaçlarıyla çevrili bir gölün kıyısında bulmuştu. Gölün suyundan içmiş ama tadı acı olduğu için suyun zehirli olduğunu düşünmüştü. Nöbetin esrikliğiyle bunu umursamamış, sudan bolca içip uykuya dalmıştı. Uyandığında ateşinin geçmiş olduğunu görmüştü. Bu ağacın sırrı yerlilerden Cizvit papazlarına aktarıldı. Onlar da ağacın kabuğundan örnekler alıp Avrupa'ya getirdiler. O dönemde Avrupa ülkelerinde sıtma salgınları oluyordu. Doktorlar kısa sürede "Cizvit tozu"nun sıtma tedavisindeki olağanüstü etkisini anladılar. Yalnız kınakına ağacının ancak belli doğal ortamlarda yetişen ve yavaş büyüyen bir ağaç olması, buna karşın onun sağlayacağı tedaviye gereksinimi olan milyonlarca insanın bulunması büyük bir sorundu.



Solda: 1800'lü yılların sonlarından önce sıtmaya sazlıkların ve bataklıkların çevresindeki kötü kokulu havanın yol açtığı sanılıyordu. 1880'li yıllarda sivrisineklerin taşıdığı bir parazit enfeksiyonu olduğu anlaşıldı.

SITMANIN KANA KARIŞMASI

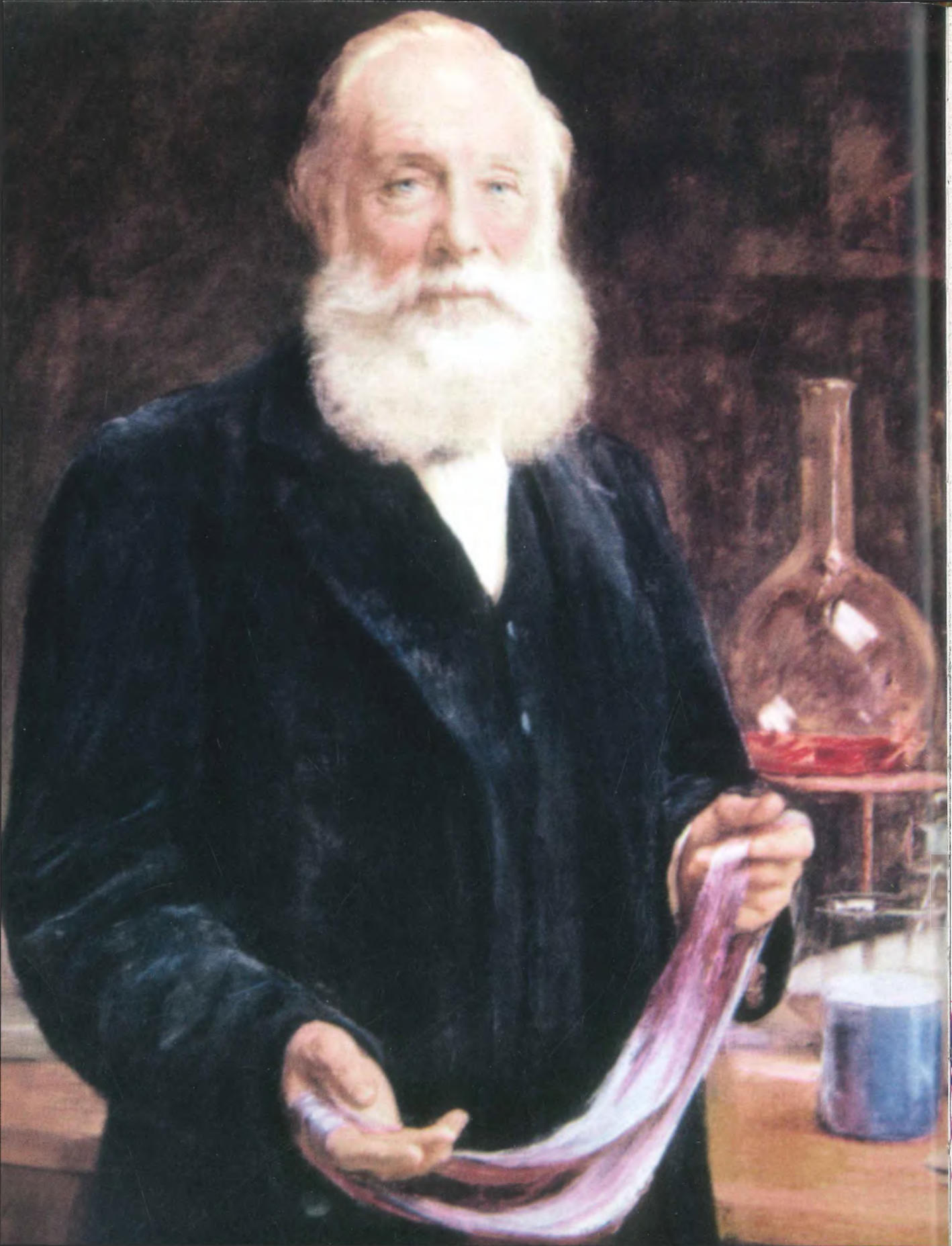
1800'lü yılların sonlarından önce sıtmaya sazlıkların ve bataklıkların çevresindeki kötü kokulu havanın yol açtığı sanılıyordu. 1880'li yıllarda sivrisineklerin taşıdığı bir parazit enfeksiyonu olduğu anlaşıldı.



Sıtmayı yalnızca Hindistan'da kontrol altına alabilmek için İngilizlerin her yıl 750 ton kabuğa gereksinimi vardı. İnsanları sıtmaya karşı koruyacak daha etkili ve daha ucuz bir yönteme doğal olarak büyük bir ihtiyaç duyuluyordu. Bunun için Britanya hükümeti yüzünü bilime çevirdi. 19. yüzyılın ortalarında kınakına ağacının kabuğundaki etken maddenin kinin olduğu anlaşıldı. Aşılması gereken engel, kinini laboratuvarda sentezlemekti.

Londra'nın East End semtinde, eğitimli kimyacılar kuşağından William Perkin adlı genç biri yapay olarak kinin elde etmeyi ve bundan bir servet yapmayı aklına koymuştu. 1838'de doğan Perkin kısa süre önce kurulan Royal College of Chemistry'ye gitti ve von Hofmann'ın altında çalıştı. Von Hofmann onu kömür katranından kinin elde edebileceğine inandırmıştı. Perkin çalışmalarına ailesinin evinin tavan arasında başladı. Kömür katranından çıkardığı anilin sülfat adlı maddeyi oksitlemeye çalışarak işe koyuldu. Sonuçta hiç de etkileyici görünmeyen siyah bir toz elde etti. Ama bu tozu alkolle çözdüğünde olağanüstü bir sonuca ulaştı. Perkin tümüyle yeni bir renk keşfetmişti –leylak rengi. Onunla bir parça ipekli kumaşı boyadı ve arkadaşlarına gösterdi. Arkadaşları çok etkilendi ve ona bu keşiften iyi para kazanabileceğini söylediler.

"Sıtmanın ilacı kinin, Andlar'ın yamaçlarında keşfedilen kınakına ağacının kabuğundan elde ediliyordu."



Perkin'in leylak rengine en yakın doğal renk mordu. Roma imparatorlarının pelerin rengi olan moru elde etmek çok pahalıydı. Çünkü yalnızca binlerce yumuşakçanın salgı bezlerindeki salgıların toplanmasıyla elde edilebiliyordu. Perkin'in boyası hem çok daha ucuzdu hem de birçok açıdan daha üstündü –her zaman aynı ton elde edilebiliyordu, balık kokmuyordu ve en önemlisi de güneş ışığında solmuyordu. Perkin'in leylak rengi bir anda moda oluverdi. 1858'de Kraliçe Victoria, kızının düğününde leylak rengi bir elbise giydi. Kısa sürede Londra sokakları leylak rengi elbise giyen insanlarla doldu taştı –sokaklarda leylak rengi bir kızamık salgını patlak vermiş gibiydi. Viktorya dönemine renk geldi ve bu da Perkin'e şövalyelik getirdi. Leylak rengi boyayla birlikte dalga dalga birçok yeni renk ortaya çıkmaya ve de onları üreten bir endüstri oluşmaya başladı. Boyalar endüstriyel ölçekte üretilen ilk kimyasal maddelerdendir; onları kısa sürede gübreler, sabun ve dinamit izlemiştir. İnsan yapımı sentetik maddeler doğal olanların yerini almaya başlamıştı.

"Perkin'in leylak rengi bir anda moda oluverdi. Kısa sürede Londra sokakları leylak rengi elbise giyen insanlarla doldu taştı."

Perkin'e esin veren Alman von Hofmann ve ardından da onun önceki çalışma arkadaşları büyük kimyasal girişimlerde bulunmuşlardır. Eğitimli Alman kimyacılar İngiltere'ye gelmiş, Perkin'in sırrını öğrenip vatanlarına dönmüşlerdir. 1878'e gelindiğinde kömür katranından elde edilen ürünlerin İngiltere'deki toplam değeri 450.000 sterlinken Almanya'dakilerin değeri 2 milyon sterlini geçiyordu. Araştırmanın sürekli özendirildiği ve desteklendiği bir üniversite sistemi içinde çalışan Alman kimyacılar çok sayıda sentetik renk keşfetmiştir. Bir zamanlar yurtdışından doğal boya satın alan bir ülke olan Almanya, dünyanın bir numaralı sentetik boya ihracatçısı olmuştur.

Solda: William Perkin büyük keşfi olan leylak rengi boyayı 18 yaşında bulmuştu. Yaşamı boyunca yeni boyalar bulmayı sürdürdü; hatta sentetik parfümler de yaptı.

Bir başka önemli Alman buluşu da Fritz Haber ve Carl Bosch'un geliştirdiği havadaki azotu "tutma"ya yarayan yöntemdi. Bu sayede suni gübre üretiminde kullanılabilecek denli büyük miktarda amonyak üretilmeye başlanmıştı. Bunun sonucu olan yiyecek üretimindeki büyük artış büyük bir nüfus patlamasına yol açmıştır. Günümüzde eğer suni gübreler olmasaydı dünyanın büyük bir bölümünde açlık çekiliyor olurdu. Yapay nitratlar aynı zamanda patlayıcı yapımında da kullanılıyordu. Bu sırada boya üretim sürecinde bol miktarda zehirli klor gazı yan ürün olarak ortaya çıkıyordu. Bu gazla da askerler farklı bir tür silah –zehir gazı– yapmak için ilgileniyordu.



Sağda: Londra'daki Science Museum'da Perkin'in yapığı orijinal leylak rengi boyadan bir şişe saklanmaktadır.

DÜNYA SAVAŞLARI

Savaş kaçınılmazdı. Almanya, Fransa ve Britanya mallarını satacak pazarlar için kıyasıya rekabet içindeydiler. Yayılmacı ve saldırgandılar. Bu sırada patlayıcılar da daha önce hiç görülmemiş yıkıcılık düzeylerine yükseltilmişlerdi. Gözetleme ve bombalamada hidrojen balonları kullanılıyordu. Sonra bir de gaz saldırıları vardı; klor ve başka zehirli gazlar savunmasız askerlerin üzerine salınıyordu. 1. Dünya Savaşı "Kimyacıların Savaşı" olarak anılmaya başlandı. Maddeyi işleme ve dönüştürme bilgisi savaşın doğasını da değiştirmişti. Savaşın en kanlı dönüm noktaları yaşanırken Almanya ve İngiltere'deki laboratuvarlarda yeni kitle imha silahları için ilk adımlar atılıyordu. Atom bombası her ne kadar kökleri 19. yüzyıla değin uzansa da gerçekte 20. yüzyılın, maddenin doğasını kavrayışının bir ürünüydü.

ZEHİR GAZI



1. Dünya Savaşı zaman zaman "Kimyacıların Savaşı" diye de anılır çünkü ilk kez bu savaşta kimyacıların endüstriyel ölçekte ürettiği zehir gazı geniş çaplı kullanılmıştır. Kullanılan gazların arasında klor, fosgen, göz yaşartıcı gaz ve hardalgazı da vardı. Bunların hepsi öldürücü gazlar değildi; ama berbat etkileri nedeniyle askerlerin çok korktuğu gazlardı. Şair Wilfred Owen 1917'de yazdığı "Dulce Et Decorum Est" (Tatlı ve Şereflidir) adlı şiirinde gaz saldırısı sırasındaki korkunç manzarayı betimlemiştir [Şiir çevirisi: Müge Karalom]:

"Gaz! Gaz! Çabuk çocuklar! – Beceriksiz esrikliğiyle,
hantal miğferi geçirmek için zamanında;
ama biri hâlâ atılıyor tüm sakarlığıyla,
debeleniyor düşmüş gibi ateşe ya da kireç kuyusuna...
Loş, bulanık bir camdan sızan yeşil ışıktan
Tıpkı yeşil denizin altındaymış gibi görürüm boğulur.
Bütün rüyalarımda, çaresiz bakışlarımın önünden,
üzerime devrilir, erir, tıkanır, boğulur."

DÜŞÜNCENİN ÜRÜNLERİ

"Fizik ve kimyadaki –atomla başlayan ve bütün 20. yüzyılı değiştirecek olan– yeni devrimi birçok koldan başlatan kişi William Crookes'tu."

Görüldüğü gibi maddenin atomlardan –parçalanamaz minik toplar– yapıldığı düşüncesi binlerce yıl öncesine dayanır. Her birkaç yüzyılda bir bu düşünce yeniden canlanmış ve her seferinde de önemsenmeyip yeniden unutulmuştur. Kuşkusuz onları hiç kimse göremediğinden atomların varlığı hep tartışmalı olmuştur. Adını ses hızı birimine veren Ernst Mach bunların yalnızca "düşünce ürünü" olduğunu ileri sürmüştür. Ancak Mach gibiler azınlıkta kalmıştır. 1890'lı yılların sonuna gelindiğinde kimyacılar arasında hidrojenin, helyumun, karbonun ve öteki elementlerin, daha küçük parçalara ayrıştırılamaz olduğu ve hepsinin de kendilerine özgü atomlardan oluştuğu düşüncesi genel kabul görüyordu. Yeni bir çıkışın nereden geleceğiyse kestirilemiyordu.

Fizikçiler de artık öğrenebileceklerinin büyük bölümünü öğrendiklerini düşünüyorlardı. Elektrik, ışık ve manyetizma görece basit birkaç eşitlikle tanımlanabiliyordu. Artık daha ilgi çekici alanların araştırılmasının vakti gelmişti. Kuşkusuz hâlâ çözülmemiş birkaç soru kalmıştı. Bunlardan biri de Güneş'le ilgiliydi. Var olan kurama göre Güneş yakıtının tümünü yaşamının ilk 30.000 yılında tüketmiş olmalıydı. Bu bilimsel rehavete öldürücü darbe hiç beklenmedik bir kaynaktan geldi. Fizik ve kimyadaki –atomla başlayan ve bütün 20. yüzyılı değiştirecek olan– yeni devrimi birçok koldan başlatan kişi William Crookes oldu.

Crookes sıradan biri değildi, talyum elementini keşfettiği için küçük çaplı bir ünü vardı. Ancak büyük tutkusu olan metafizik araştırmaları nedeniyle yaşamı boyunca bilim dünyası onu hep yermiş, küçük görmüştü. 16 çocuğun en büyüğü olan Crookes, küçük kardeşi Philip'in sarıhummadan ölümünden sonra spiritüalizmle ilgilenmeye başlamıştı. Bir bilim insanı olarak olası görünmeyen her türlü konuyu araştırmayı kendisine görev edinmişti. Bunun da yeni herhangi bir şeyin keşfedilebilmesinin tek yolu olduğunu ileri sürüyordu. Araştırmalarına kuşkucu biri olarak başladı ama kısa bir süre sonra gördüğünü söylediği şeyler –havalanan nesneler, hayali görüntüler ve çalgıcısı olmayan bir akordeon– onu değiştirdi. Crookes "bir dış zekânın varlığını gösteren" kanıtlar bulduğuna inanmaya başladı.



Aşağıda: Crookes tüpünün parlayan duvarları ve herhangi belirgin bir kuvvet olmamasına karşın, içindeki minik çarkın dönmesi, görünmez atom altı dünyasının varlığını gösteren ilk kanıtlardan biri olarak ele alınmaya başlandı

Bir süre sonra, olduklarına tanıklık ettiği şeyleri açıklayamayacağını anladı; ama kendisinin de aralarında bulunduğu birçok bilim insanının aslında her gün laboratuvarlarında benzer anlaşılmazlıkta olgularla uğraştığını ileri sürdü. Crookes'u şaşkına çeviren bilimsel gizem, parlayan bir cam tüp oldu. Asistanıyla birlikte havası alınmış bir cam tüp yapmış, her iki ucundan da birer elektrot çıkartmıştı. Crookes elektrotları bir pile bağladığında tüpün cam duvarlarının floresanlaştığını gözledi. Parlamaya neden olan ışınların parçacık demetleri olması gerektiğini düşündü. Çünkü tüpün ortasında yerleştirdiği çok küçük çark parlama sırasında dönüyordu.

Gördüğü şey karşısında Crookes'un aklı karışmıştı. Bu olguya "radyant madde" adını verdi ve bunun yeni bir madde türü olduğuna ve bir şekilde ruhlar dünyasıyla da bağlantılı olduğuna inanmaya başladı.

Daha gelişmiş ve daha güçlü Crookes tüpü kullanan başka bilim insanları da giderek daha ilginç keşifler yapmaya başladılar. 50 yaşına gelmiş, parlak günlerinin geride kaldığını düşünen ve sıradan bir fizik profesörü olan William Röntgen kendi tüpünün yanındaki perdenin tüpü her çalıştırışında parladığını fark etti. "Düşünme, araştır" özdeyişini izledi ve tüpün görünmez ama insan dokularından geçebilecek denli güçlü ışınlar yaydığını anladı. Bu ışınların ne olabileceğine ilişkin en ufak bir fikri olmadığından onlara, x-ışınları adını verdi. Bu keşfini yazdığı makalesine eşinin elinin x-ışını görüntüsünü de ekledi.

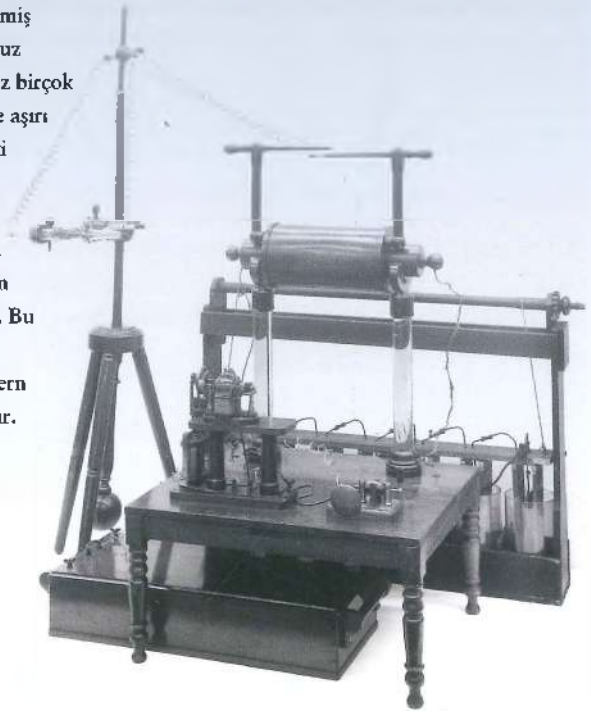


Solda: Crookes'un yaptığı havası alınmış tüpteki parlamayı gösteren, 1879'da yayımlanmış bir çizim.

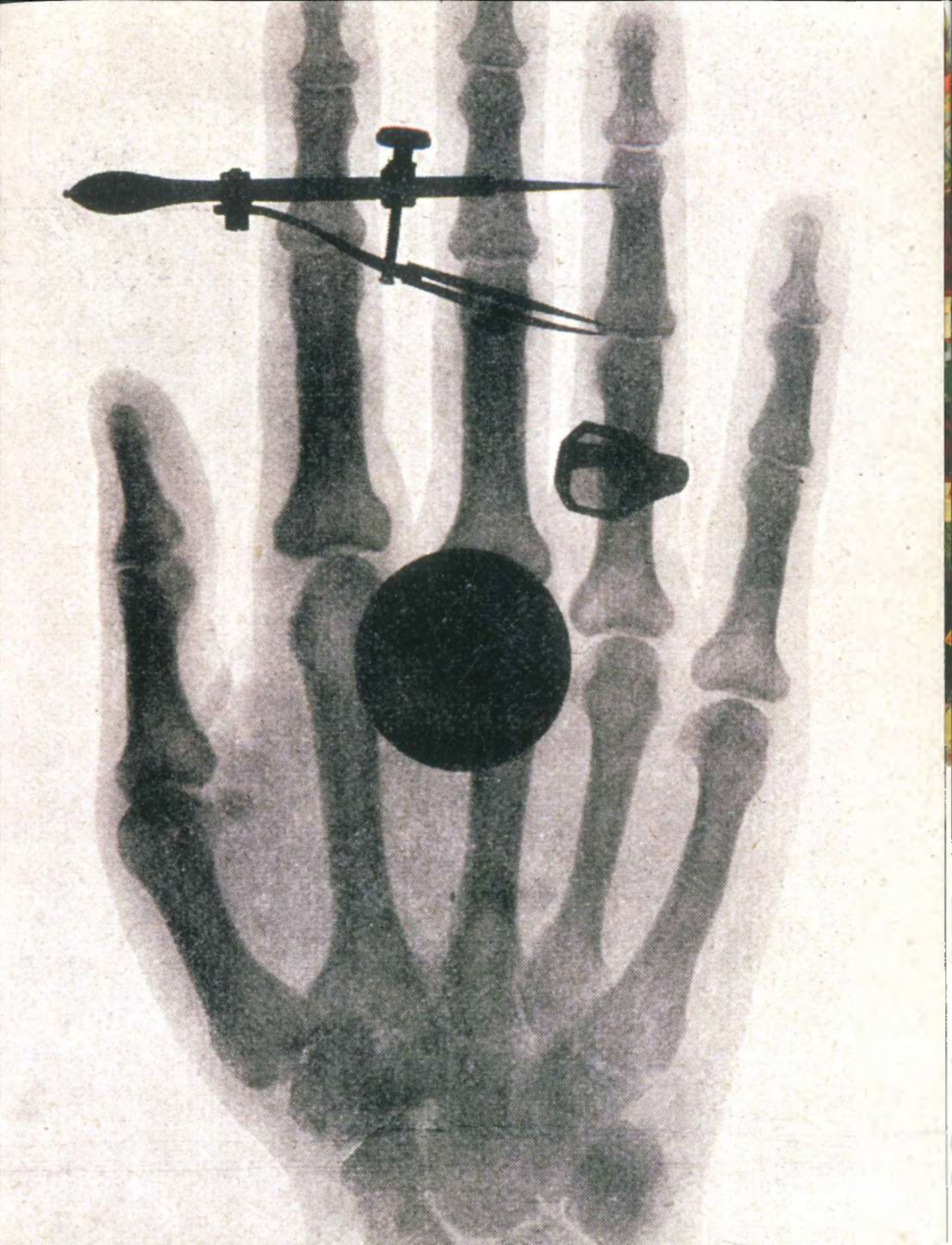
Sağda: Röntgen'in ilk x-ışını fotoğraflarından birinde etin, kemiğin, metalin ve değerli bir taşın farklı x-ışını soğurma özellikleri taşıdığı görülüyor

X-IŞINLARI

X-ışınları insan etinden geçebilen bir tür elektromanyetik ışımadır. Neredeyse x-ışınlarının varlığının bildirildiği andan itibaren bunun tıbbi uygulamaları da başlamıştır. Tıpkı radyoaktif maddelerde olduğu gibi insanların bu gizemli yeni ışınların da tehlikeli olduğunu anlaması çok uzun sürmüştür. Tıbbi tedavilerde x-ışını kullanımının yerleşmesinde öncülük etmiş Binbaşı John Hall-Edwards aşırı ışımaya maruz kaldığı için bir kolunu kaybetmiştir. Kuşkusuz birçok araştırmacının ömrü de x-ışınlarının etkisinde aşırı kaldıkları için kısalmıştır. X-ışınlarının tıptaki uygulamalarının yanı sıra, başka birçok uygulama alanı daha vardı. 1912'de kristallerin x-ışınlarının saçılmasına yol açtığı anlaşıldı. Bu da yepyeni bir araştırma alanının doğmasına neden oldu: X-ışını kristalografisi. Bu alan sayesinde ileride DNA'nın yapısı ortaya çıkarılabilmiş (*bkz.* 5. Bölüm) ve bu da modern genetik biliminin hızla gelişmesine yol açmıştır.



Ancak bütün x-ışınları insan yapımı değildi: Nötron yıldızı ya da dönen kara delikler gibi aşırı sıcak ve yoğun yıldızlar da çok büyük miktarlarda x-ışını yayarlar. Ne şanslıyız ki Dünya'nın atmosferi bu tehlikeli ışınları engelleyerek gezegenimizdeki yaşamı korur.



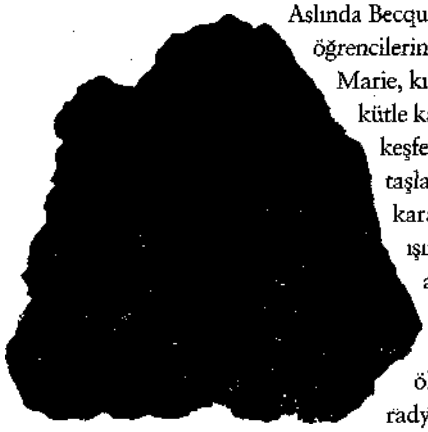




Henri Becquerel
1852–1908

GİZEMLİ IŞINLAR

Röntgen'in keşfinden esinlenen Fransız fizikçi Henri Becquerel, fosfor gibi ışıldayan öteki maddelerin de x-ışını yayıp yaymadıklarını incelemeye başladı. Becquerel'in babası ünlü bir kristal toplayıcısıydı ve karanlıkta parlayan kristalleri toplardı. Bunların arasında bazı uranyum tuzları da vardı. Becquerel de deneylerinde bunları kullandı. Önce uranyum kristallerini güneşe bırakarak onları "yükledi". Sonra da ne olacağını gözlemek için onları dikkatlice fotoğraf plakalarıyla sardı. Beklediği gibi plakalarda kristallerin izi çıkmıştı. Bu deneyi birkaç kez yineledi. Sonra kristallerle plakanın arasına gümüş bir haç yerleştirdi. Önceki deneylerinde kristalleri deneyden önce hep güneşe koyup yüklüyordu. Bu kez ya bilerek ya da Paris'te havanın alışılmadık bir şekilde kapalı oluşu nedeniyle yükleme yapmadı. Buna rağmen fotoğraf plakasında haçın izinin çıktığını görünce şaşırdı. Uranyum tuzları da x-ışınlarına benzeyen gizemli ışınlar yayıyordu; hem de yüklenmeye hiç gerek duymadan.



Yukarıda: Dört yılı aşkın bir süre çalışan Curieler bir tondan çok uranyum cevherini işleyerek yeni buldukları radyum elementinden bir gramın onda biri kadar elde etmişlerdi.

Solda: Marie ve Pierre Curie'nin Paris'te Ecole Supérieure de Chimie Industrielles'deki (Endüstriyel Kimya Okulu) laboratuvarlarında çalışırken çekilmiş bir *fotoğrafı* görülüyor

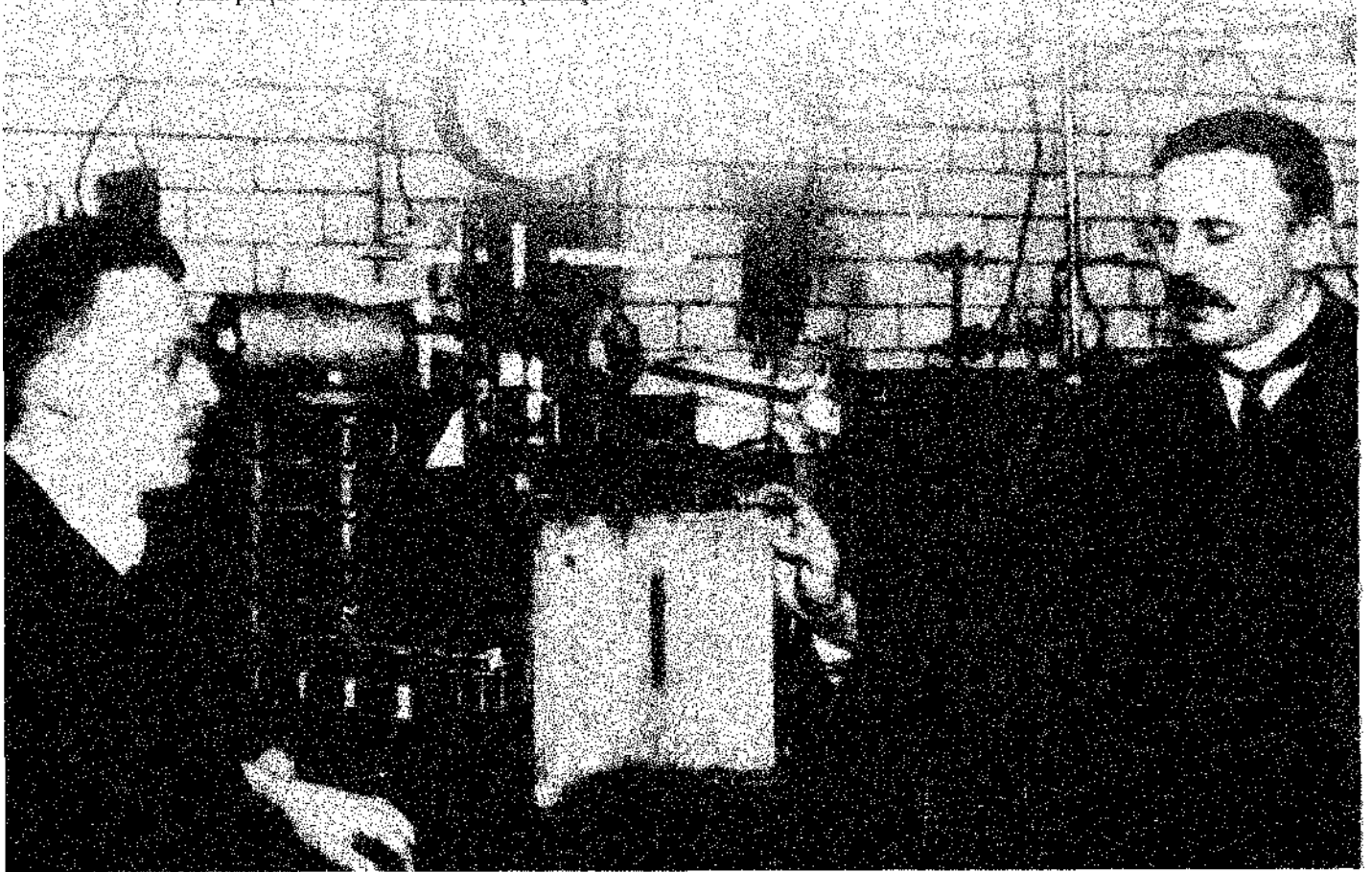
Aslında Becquerel bu bulgulardan o kadar da etkilenmemiş ve bu işi öğrencilerinden Marie Curie'ye devretmişti. Eşi Pierre ile birlikte çalışan Marie, kısa sürede uranyumun çıkarıldığı maden cevherinin belirgin bir kütle kaybına uğramadan çok büyük miktarlarda enerji yaydığını keşfetti. Bu son derece kafa karıştırıcıydı çünkü görünüşe göre bu taşlar yoktan enerji var ediyorlardı. Zamanla bu maden cevherinin kararsız yapısı anlaşıldı ve bozunduğu, bozunurken de farklı bir tür ışımayla çok büyük miktarda enerji yaydığı ortaya çıktı. Bu alandaki öncü çalışmaları Marie Curie'ye iki Nobel ödülü kazandırdı. Ama bu çalışmaları sırasında radyasyonun etkisinde o kadar çok kalmıştı ki bu durum sonunda onun ölümüne neden oldu. Laboratuvarında tuttuğu defterler hâlâ çok radyoaktiftir. Öyle ki tarihsel değeri olan bu eşyalar bugün kurşun kaplı kutularda saklanır.

Röntgen, Crookes tüpünün yaydığı gizemli x-ışınlarını araştırırken, fizikçi J. J. Thomson da (adını hidrojeni keşfeden Henry Cavendish'in bir akrabasından alan) Cambridge'teki Cavendish Laboratuvarları'nda Crookes'un radyant maddesi üzerinde çalışıyordu. Bu ışınların küçük parçacık demetleri olduğuna ikna olmuştu; ama deney sonuçları bu parçacıkların yeni keşfedilen atomlardan bile çok daha küçük olması gerektiğini gösteriyordu. "Maddenin atomdan çok daha küçük bir halinin varlığını kabul etmek oldukça sarsıcı geliyor," diye açıklamıştı. Thomson, elektronun varlığını gösteren kanıtları bulmuştu.

ATOM

20. yüzyılın başlarına gelindiğinde atomun hep söylendiği gibi Evren'deki parçalanamaz en küçük birim olmadığı yavaş yavaş ortaya çıkıyordu. Hem Crookes tüpü hem de radyoaktivitenin keşfi atomlardan çok daha küçük parçacıkların varlığını açıkça gösteriyordu. Sorun, görülemeyecek denli küçük böylesi nesneler üzerinde nasıl çalışılacağıydı. Hans Geiger ve Ernest Marsden ile birlikte çalışan Yeni Zelandalı Ernest Rutherford atomları incelemek için yine atomlardan yararlanmayı düşündü.

Rutherford radyoaktif maddelerin bozunma sırasında birbirinden çok farklı iki parçacık –alfa ve beta parçacıkları– yaydığını keşfetmişti. Ağır olan alfa parçacıklarını birer sonda olarak kullandı. Beceriksizliğiyle ünlü olduğundan deneyi yapma işini Geiger ve Marsden'e bıraktı. Bu ikili, günler boyunca karanlık bir odadaki ince bir altın folyoya sürekli alfa parçacıkları gönderdi. İnce bir çinko sülfit tabaka sayesinde alfa parçacıklarının çarptığı yeri saptayabiliyorlardı –parçacıklar çarptığında küçük bir kıvılcım çıkarıyordu. Çoğu zaman alfa parçacıkları altın folyodan doğrudan geçiyordu. Arada bir de bir parçacığın sekip yön değiştirdiği oluyordu. Rutherford "Bir kâğıda 38'lik bir mermi attıktan sonra merminin kâğıttan sekip geri gelmesi kadar şaşırtıcı bir durumdu," demişti. Rutherford bu deneyden, atomların çok büyük oranda boşluktan oluştuğu, merkezlerinde de kütlenin büyük bölümünü içeren küçük bir çekirdek bulunduğu sonucunu çıkartmıştı. Rutherford'a göre artı yüklü çekirdek çok küçük eksi yüklü parçacıklarla –elektronlar– kuşatılmıştı.



KATEDRALDEKİ SİNEK

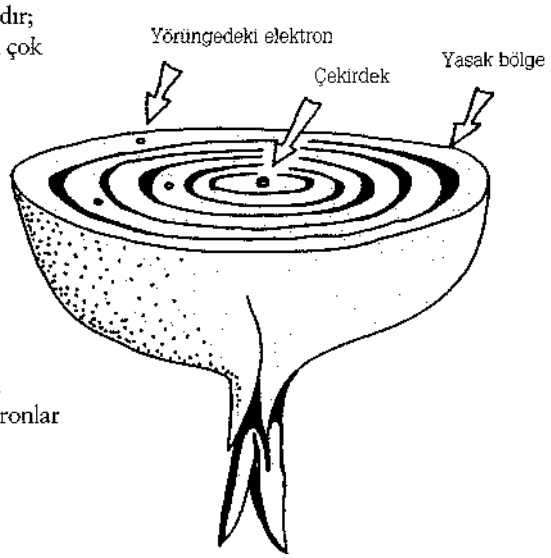
Ölçeğe ilişkin bir fikir vermesi açısından Rutherford, bir atomun Albert Hall konser salonu kadar büyük olduğunun düşünülmesini öneriyordu. Bu durumda atomun neredeyse bütün kütlesini içinde barındıran çekirdeğin de ancak bir meyve sineği büyüklüğünde olacağını söylüyordu –ya da gazetelerde çıktığı şekliyle bir atom çekirdeğini bulmak, bir katedraldeki sineği bulmak gibi bir şeydi. Katedraldeki sinek benzetmesi ilgi çekiciydi ancak biraz yanlıştı. Eğer katedral örneğinden gidilirse atom çekirdeğinin gerçekte bir kum tanesinden daha küçük olması gerekirdi. Rutherford'un haklı olduğu konu, atomun büyük bölümünün boşluktan oluştuğuydu. Bizler ve dünyadaki her şey aslında tümüyle boşluktan, hiçlikten oluşuyorduk.

Atom dendiğinde birçoğumuzun aklında oluşan resim küçük bir Güneş Sistemi'ne benzer; burada elektronlar gezegenler gibi büyük bir boşlukta çekirdeğin –yani Güneş'in– çevresinde döner. Bu, anlamlı bir resimdir ve Rutherford'un da atomun yapısına ilişkin ilk düşündüğü budur. Ama kısa süre içinde başka fizikçilerin gösterdiği gibi atomun böyle bir yapıda olması olanaksızdır. Çünkü gezegenlerin tersine elektronlar eksi yüklüdür ve klasik fiziğe göre ivmelenen elektrik yüklü bir parçacık enerji yayar. Eğer elektronlar enerji yayıyorlarsa, o zaman belli bir süre sonra çekirdeğe düşmeleri gerekir. Ama düşmedikleri de açıktır.

"Bizler ve dünyadaki her şey aslında tümüyle boşluktan, hiçlikten oluşuyorduk."

Rutherford'un çalışma arkadaşlarından olan Niels Bohr bu konuyu takıntı haline getirmişti. Öyle ki balayını bile bunun üzerinde çalışarak geçirmişti. Sonunda bir çözüme ulaştı; ancak bu çözümün çıkarımları öylesine radikaldi ki çalışma arkadaşlarının çoğu bunları kabul edilemez buldu. Bir keresinde Bohr, "Kuantum kuramını ilk kez duyduğunda sarsılıp sinirlenmeyen birinin onu aslında anlamamış olduğunu," ileri sürmüştü. Bohr'un çözümü şöyleydi: Elektronlar, otobüslerden çok tramvaylar gibi yalnızca belirli ve sabit yörüngelerde ilerler. Zaman zaman elektronlardan biri çekirdeğe daha yakın bir yörüngeye sıçrar. Bunu yaparken de bir enerji paketi –enerji kuantası– yayar. Buna "kuantum sıçraması" denir. Aslında "sıçrama" sözcüğü yanıltıcıdır; çünkü betimlenen olay aslında daha çok bir teleportasyondur.

Solda: Manchester Üniversitesi'ndeki laboratuvarlarında deneylerinin başındaki Hans Geiger (uzak solda) ve Ernest Rutherford görülüyor.



Sağda: Bohr atom modelinin basitleştirilmiş bir çizimi görülüyor. Elektronlar, çekirdeğin çevresindeki iyi tanımlanmış yörüngelerinde ilerliyor.

Bohr'un ortaya attığı ve çoğunluğun kavrayamayacağı kadar sağduyudan uzak bu atom modeli kısa sürede başkalarınca geliştirildi. Atom fizikçileri dünyasına, beynimizin geçirdiği evrimle kavranamayacak bir Evren bölgesi girivermişti. Bilinen adıyla kuantum mekaniğinin garip dünyasında elektronlar hem parçacık hem de dalgaydı.

Elektronların konumlarını tam olarak öngörmek olanaksızdı; çünkü gözlem yapılana kadar gerçekte var değillerdi. Onlar olasılık dalgalarıydı. Elektronlar yalnızca teleportasyon yapmıyor ayrıca zaman zaman var olup zaman zaman yok oluyorlardı. Bunun da ötesinde telepati yeteneğine benzer nitelikleri olan atom altı parçacıklar da vardı. Bu parçacıkların kuantum dolaşıklık diye bilinen bir olguyla hep birbirleriyle bağlantı içinde olduğu bir ikizleri oluyordu. Eğer ikizler birbirinden ayrılırsa ve birinin spini değiştirilirse, aralarındaki uzaklık ne kadar büyük olursa olsun öteki ikizin de spini anında değişiyordu. Bunun nasıl gerçekleştiği hâlâ tam olarak anlaşılabilmiş değildir; ama akla "anında iletişim"i –yani ışıktan daha hızlı ilerleyen bir iletişimi– getirir.

En iyisi çözmeleri için kuramsal fizikçilere bırakılması gereken kuantum mekaniğinin –olasılık dalgalarının, aynı anda her yerde bulunabilen ama hiçbir yerde olmayan elektronların– atom altı dünyası bizim dünyamıza inanılmaz derecede uzak ve anlaşılması çok zor gelebilir. Ama kuantum mekaniğinin daha derinden kavranması sayesinde, birçok başka şeyin yanında, modern elektronik dünyasının temelinde yatan transistörün geliştirilmesine yol açan matematiksel çerçeve oluşturulmuştur.

TÜKETİM TOPLUMU

Atom bombasına ve nükleer elektrik santrallerinin geliştirilmesine yol açan atomu parçalamanın öyküsü aslında birçok açıdan ilk umutların kısa ömürlü olduğu ve düş kırıklıklarıyla sonuçlanan bir yolculuğun öyküsüdür. Bir zamanlar atom bombasının dünyayı daha güvenli bir yer yapacağı ve nükleer santrallerin enerjiyi ölçüm bile yapılmaya gerek duyulmayacak denli ucuzlaştıracağı söylenirdi. Kuşkusuz bu masalsı düşlerin hiçbiri en azından şimdilik gerçekleşmedi. Bununla birlikte elektronun öyküsüyse bütün beklentilerin ötesinde bir yerlere ulaştı.

1945 yılındaki Amerika'yı düşünün. Sonunda savaş bitmişti. İyimserliğin egemen olduğu ve bastırılmış taleplerin ortaya çıkmaya başladığı bir dönemdi. Günümüzün modern tüketici toplumunu oluşturacak uzun süreli bir patlamanın başlarıydı. Aynı zamanda lamba olarak da bilinen vakum tüplerinin –Crookes tüpünün uzak torunları– giderek yaygınlaştığı bir dönemdi. Örneğin radyo –1940'lı yılların temel eğlence aracı– aslında içi lamba dolu hantal bir kutuydu. Telefon giderek popülerleşiyordu ama telefon santralleri için de daha çok lamba gerekiyordu. Enigma Şifresi'ni kıran ve savaşın kazanılmasında önemli bir rolü olan ilk bilgisayar Colossus'ta bini aşkın lamba bulunuyordu. Lambalar en temelde elektron hareketlerini kontrol eden araçlardı. Akımın akıp akmamasını sağlayan anahtarlar olarak ve bir de akımı yükseltmek amacıyla kullanılıyorlardı. Kolay kırılabilir ve pahalı olmalarının yanı sıra, lambaların sorunu çok güç harcamaları ve aşırı ısınmalarıydı –elektron yayması için metal bir parça havası alınmış tüpün içinde ısıtılıyordu.

Ve William Shockley ortaya çıktı. Savaşın sonunda konvansiyonel silahlar kullanılarak Japonya'nın istilası girişiminde çok sayıda Amerikan askerinin yaşamını yitireceği yönünde yazdığı bir raporla atom bombasının atılması kararında etkisi olmuştu. Savaştan sonra telefon şirketinin Bell Laboratuvarları'nda çalışmaya başladı. Lambanın yerini alacak bir aygıt geliştirmeye çalışan ekibin başındaydı.



Yukarıda: 1940'lı yıllarda Bletchley Park'ta kurulan, programlanabilir bilgisayar Colossus, Müttefikler'in II. Dünya Savaşı'nı kazanmasında rol oynamıştı. Sonra imha edildi ve onlarca yıl boyunca gizli tutuldu.

Sonraki sayfa: Shockley (ortada), Bardeen (solda) ve Battain görülüyor. Transistörü keşfeden bu üç fizikçi 1959'da Nobel Fizik Ödülü'nü paylaştı.

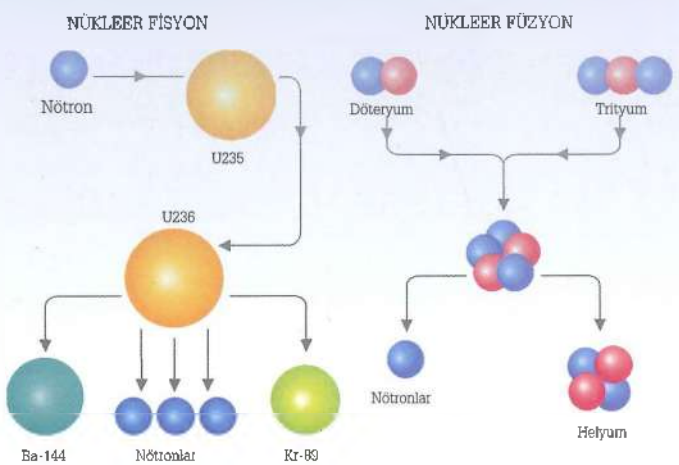
İnsanların birbirleriyle iletişimini sağlamak, hızla gelişmeye başlayan bir işti. Bu nedenle Bell'in telefon kablolarındaki sinyallerin güçlendirilmesi için daha iyi yöntemler geliştirmesi gerekiyordu. Şirketin araştırma başkanı, çözümün yarıiletkenler olarak bilinen yeni bir tür sıra dışı malzemede yattığını düşünüyordu. Elektronların yarıiletkenler içindeki hareketlerinin yönlendirilebileceğine ve tüplerin işinin onlarla yapılabileceğine inanıyordu. Bu hem daha az güç gerektirecek hem de daha hızlı olacaktı.

"Shockley'nin transistörü ve onun sayesinde geliştirilen sayısal işlemciler olmadan, taşınabilir bilgisayarlar, cep telefonları ve modern dünya olmazdı."

Shockley çok parlak bir bilim insanı ama çok kötü bir yöneticiydi. 1947'nin sonlarında ekibi ilk transistörü geliştirdi; ama Shockley'nin adını patente yazdırmadılar. Bunun üzerine o da bir otel odasına kapandı ve dört hafta içinde daha dayanıklı ve daha kullanışlı bir transistör tasarladı. Bu, günümüzde neredeyse bütün elektrikli aygıtlarda sinyal anahtarlama ve güçlendirme için kullanılan transistörlerin atasıydı. Kuantum kuramı olmasaydı transistör de olmazdı. Shockley'nin transistörü ve onun sayesinde geliştirilen sayısal işlemciler olmadan, taşınabilir bilgisayarlar, cep telefonları ve modern dünya olmazdı. 1965'te Gordon Moore her iki yılda bir yongalardaki transistör sayısının iki katına çıkacağını ileri sürdü –Moore Yasası.

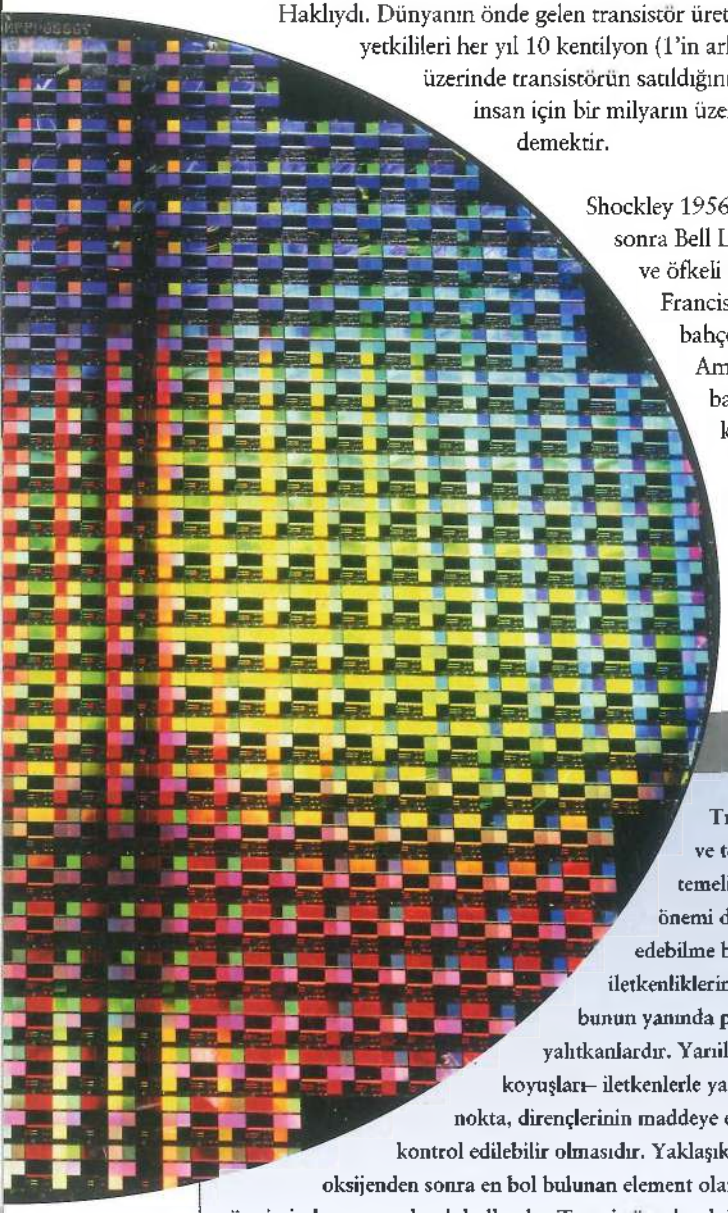
ATOMU PARÇALAMAK

Atomu parçalamak görece kolay bir iştir; lambayı her yaktığınızda gerçekte elektronları atomlarından ayırırsınız ve atomları parçalarsınız. Zor olan şey atomun çekirdeğini parçalamaktır. Çalışma arkadaşlarıyla altın folyoyu bombardıman ederek atomun yapısını ortaya çıkaran Ernest Rutherford, 1919'da kısmen başarılı oluncaya dek yıllarca atom çekirdeğini parçalamaya çalışmıştır. Azot gazına alfa parçacıkları (helyum iyonu olarak da bilinir) fırlatıp protonları çekirdekten koparmıştır. Bu protonlar da azot elektronlarıyla birlikte çok küçük bir miktar hidrojen oluşturmuştur. Ne var ki ortaya çıkan ürün çok küçük bir miktarda olduğundan bu araştırma yöntemi terk edilmiştir. 14 yıl sonra Nisan 1932'de Rutherford'un Cambridge'de Cavendish Laboratuvarları'ndaki ekibi protonları ivmelendiren "doğrusal hızlandırıcı" adlı çok daha başarılı bir makine yapmıştır. Lityumdan oluşan bir hedefe protonları fırlatıyor ve proton demetinin lityum atomlarından alfa parçacıkları kopardığını gözlemliyorlardı. O zaman Rutherford ve çalışma arkadaşlarının, yaptıkları araştırmanın özel bir pratik uygulamasının olup olmayacağına ilişkin bir fikri yoktu; daha öncekilerden çok daha güçlü bir bombanın yapımına yol açacağını tahmin bile edemediler.







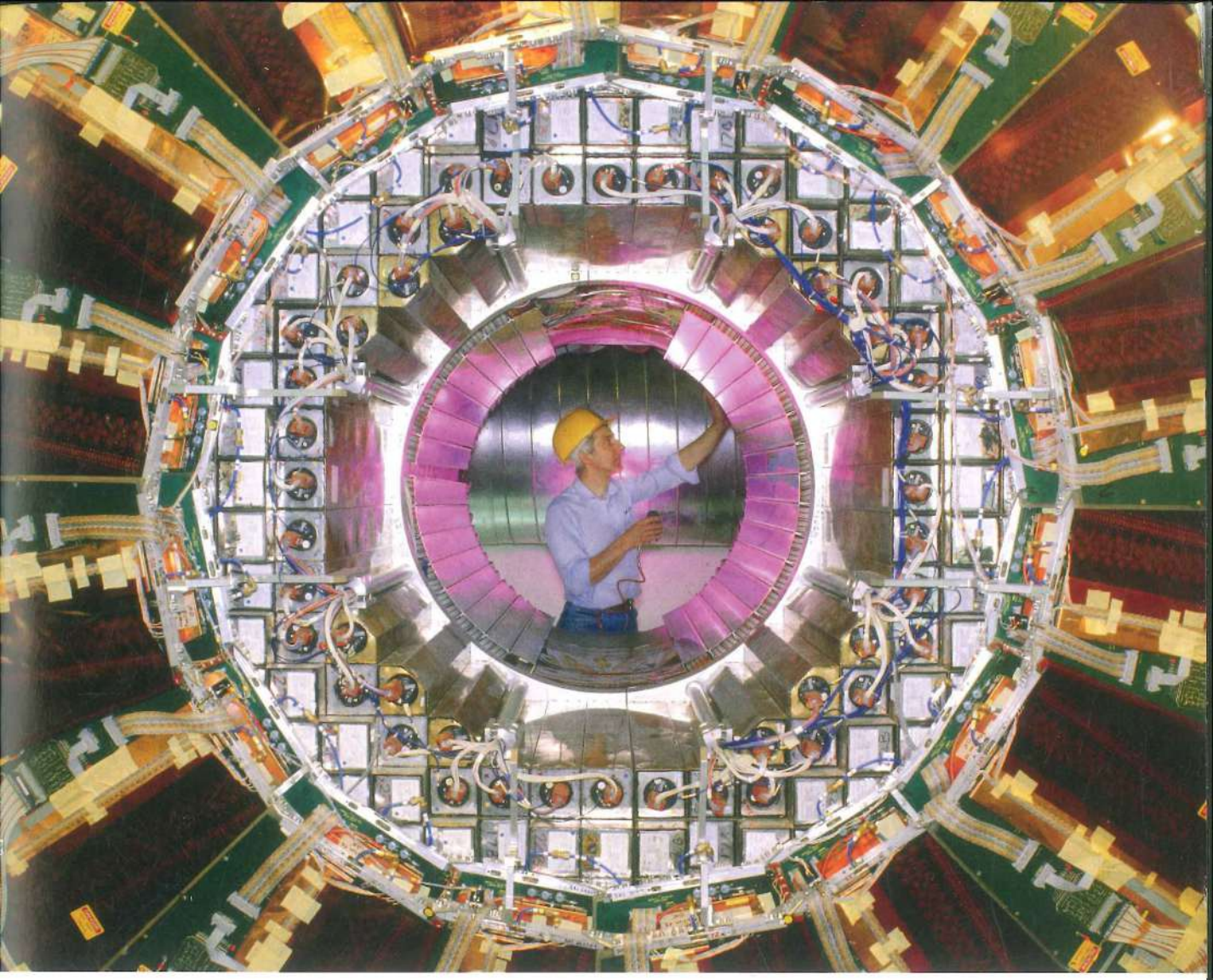


Haklıydı. Dünyanın önde gelen transistör üreticilerinden Intel şirketinin yetkilileri her yıl 10 kentilyon (1'in arkasında 18 sıfır olan sayı) üzerinde transistörün satıldığını söylüyor. Bu yeryüzündeki her insan için bir milyarın üzerinde transistör üretiliyor demektir.

Shockley 1956'da Nobel Ödülü'nü aldıktan sonra Bell Laboratuvarları'ndan canı sıkkın ve öfkeli bir şekilde ayrıldı ve San Francisco yakınlarındaki bir portakal bahçesine gitti. Ünü sayesinde Amerika'nın en parlak zekâlarından bazılarını yanına aldı. Ama onlar da kısa süre sonra onunla çalışmaya dayanamayıp ayrıldılar. Şirketten ayrılan önemli adamlar San Francisco'da kaldılar ve portakal bahçeleri diyarını California'nın yüksek teknoloji üssü Silikon Vadisi'ne dönüştürdüler.

YARIİLETKENLER

Transistörlerin, dolayısıyla da bilgisayar, cep telefonu ve televizyon gibi bütün modern elektronik eşyaların temelinde yarıiletken maddeler yatar. Yarıiletkenlerin önemi de içlerinden akan elektronların akışını kontrol edebilme becerilerinden kaynaklanır. Maddeler, elektrik iletkenliklerine göre gruplanır. Örneğin metaller iyi iletkenlerdir; bunun yanında plastik maddeler ve lastik tam tersine iyi yalıtkanlardır. Yarıiletkenlerse elektrik dirençleri –elektrik akımına karşı koyuşları– iletkenlerle yalıtkanlar arasında olan maddelerdir. Önemli olan nokta, dirençlerinin maddeye eklenen –ve onun arılığını bozan– başka maddelerle kontrol edilebilir olmasıdır. Yaklaşık yüzde yirmi beşlik oranıyla yerkabuğunda oksijenden sonra en bol bulunan element olan silisyum (İngilizcesi "silicon"dur), yarıiletken üretiminde yaygın olarak kullanılır. Transistör teknolojisinin San Francisco'da ortaya çıktığı Silikon Vadisi ve silikon yonga adlarındaki silikon da buradan gelir. Transistörler açma kapama anahtarı olarak kullanılır. Transistörlerdeki yarıiletken madde elektrik akımının tek yönde gitmesini sağlar ve akımın büyüklüğünü de kontrol eder. Transistörden geçen küçük bir akım yarıiletkenin elektrik iletkenliğini değiştirir; bu da ondan geçen akım miktarını değiştirir. Bu sayede küçük bir akımla çok daha büyük akımların geçişi kontrol edilebilir.



Yukarıda: Avrupa Nükleer Araştırma Organizasyonu'nun Fransa-İsviçre sınırındaki Cenevre yakınlarındaki yeraltı laboratuvarında kurulan bir dedektör üzerinde çalışan teknisyen görülüyor.

GELECEK

Elementlerin keşfi ilaçların, plastiklerin ve her türden sentetik maddenin geliştirilmesine yol açan bir kimya devrimine neden oldu. Bir tabaka daha inildiğinde atomla karşılaşıldı. Atom dünyasının araştırılması da birçok başka şeyin yanında bize nükleer enerjiyi, moleküler biyolojiyi, genetik mühendisliğini, moleküler tıbbı, bilgisayarları ve lazerleri kazandırdı. Endüstrileşmiş ülkelerin ulusal gelirlerinin üçte bire yakın bölümünün kuantum kuramına dayanan ürünlerden elde edildiği tahmin ediliyor.

Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nı geliştiren European Organization for Nuclear Research (CERN –Avrupa Nükleer Araştırma Organizasyonu) gibi yerlerde çalışan bilim insanları olağanüstü hızlarla ilerleyen parçacıkları çarpıştırarak kavrayışımızı bir tabaka daha derinleştirmeye –maddenin gerçek yapıtaşı olup olmadığı anlaşılacak olan kuarklara inmeye– uğraşıyorlar. Bu uğraşının çok kullanışlı bir yan ürünü 1989'da ilk kez CERN'de geliştirilen internet oldu. Gerçek şu ki dünyanın nelerden yapıldığını hâlâ bilemiyoruz ve olasılıkla da hiç bilemeyeceğiz. Ancak bunu araştırmak, hayranlık uyandıracak derecede verimli bir süreç.

Bağlantılar – Madde

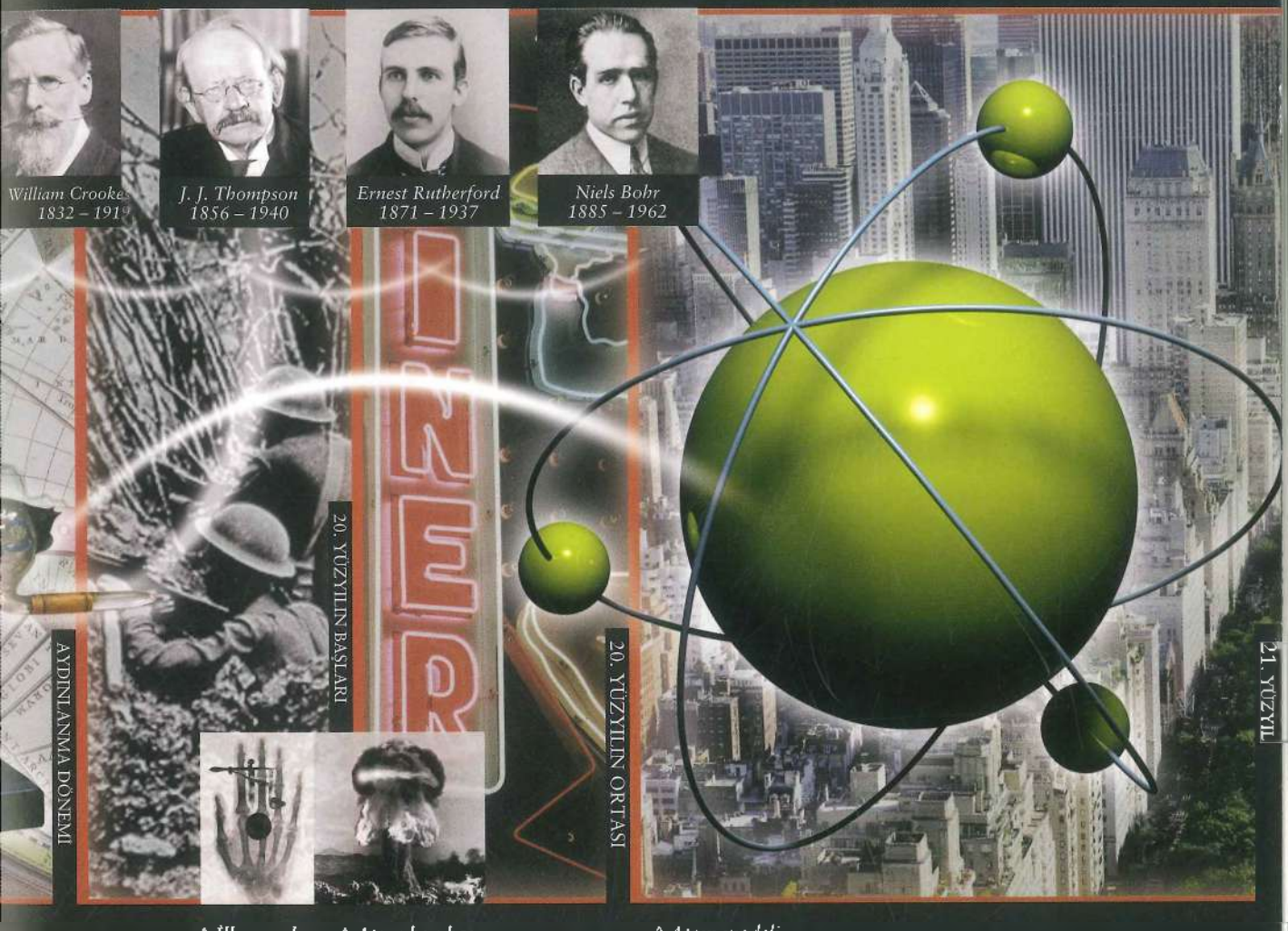
MÖ 400 MÖ 27 900 1400 1500 1600 1700 1800



^ *Crookes tüpü*

Her zaman olduğu gibi yine Eski Yunanlar hem doğru hem de yanlış yanıtları vermişlerdi. Ve yanlış yanıtlar egemen oldu. Demokritos'un her şeyin "atom" denen küçük parçacıklardan oluştuğunu söyleyen kuramı Aristoteles'in beş temel element –toprak, hava, ateş, su ve eter– kuramının gölgesinde kaldı. Bu düşünce ortaçağ simya uygulamalarında "madde dönüştürme"ye yönelik yarı gizemli arayışlar şeklinde yankılandı.

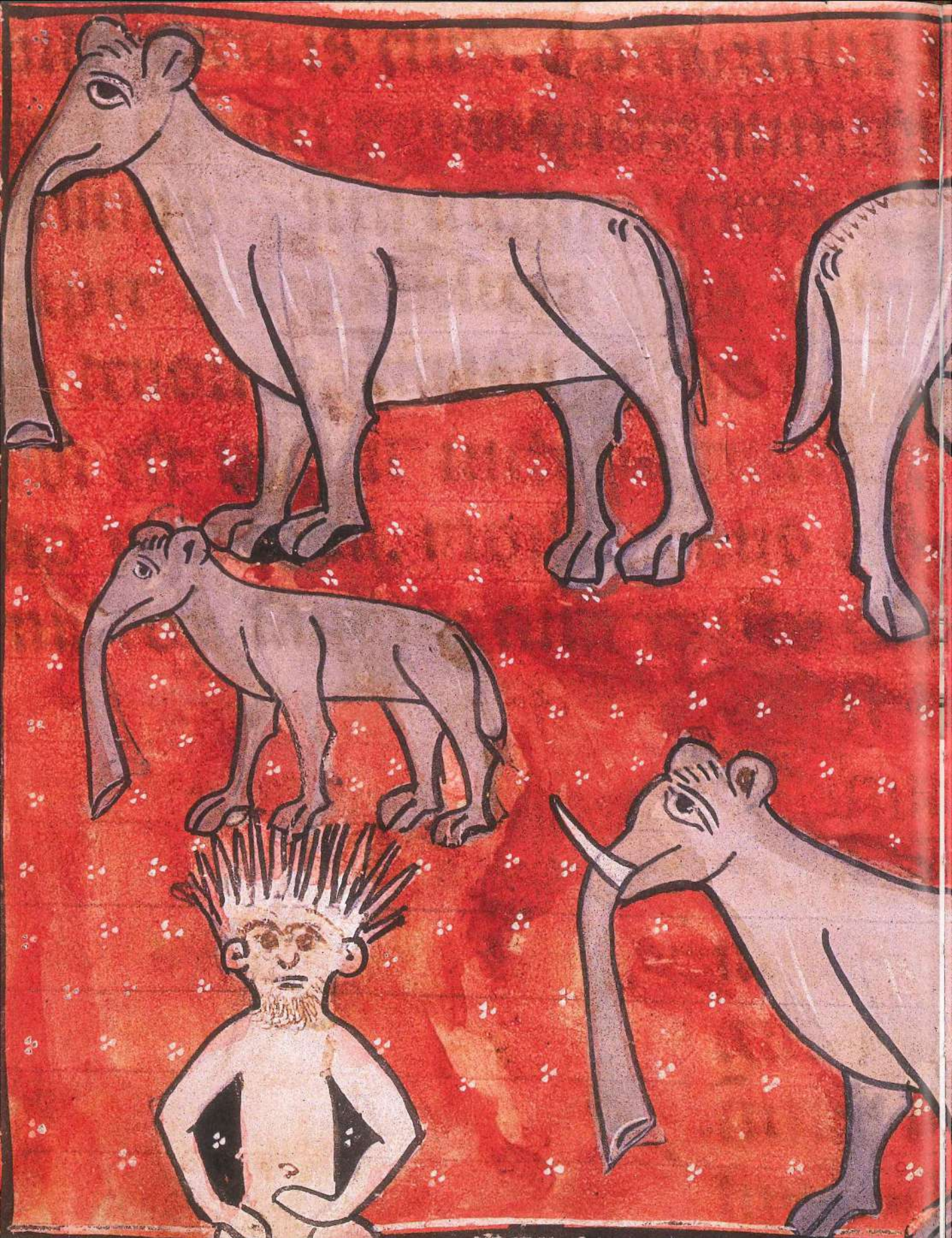
Gazlar üzerine yaptıkları araştırmalarca güdülenen Robert Boyle ve sonra John Dalton atom kuramını yeniden canlandırmaya çalıştılar ama başarılı olamadılar. Bu sırada kimyada elementlerin önce ne olduklarını anlama ve onları ayrıştırma, sonra da onları yeni maddeler elde etme amacıyla dönüştürme şeklinde bir devrim gerçekleşiyordu.



^ İlk x-ışınları ^ Atom bombası ^ Atom modeli

19. yüzyılın sonuna gelindiğinde kimyacıların çoğu atomların varlığını kabul ediyordu, ama her elementin kendi özgün atomu olduğunu ve onların da bölünemez olduğunu düşünüyorlardı. Atılım, William Crookes'un elektrikli vakum tüpündeki parlamanın araştırılması ve x-ışınlarının keşfiyle başladı. J. J. Thompson ışınların atomlardan bile küçük bazı parçacıklardan –elektronlar– oluştuğunu anladı. Rutherford da bu kavrayışla atomun yapısını tanımladı. Bu tanıma göre atomun büyük bölümü şaşırtıcı bir şekilde boşluktan oluşuyordu. Rutherford'un çalışma arkadaşı Niels Bohr elektronların çekirdeğin çevresinde nasıl döndüğü problemini çözdü ve kuantum mekaniği dünyasının kapılarını açtı.

Atomun yapısının anlaşılması, onun parçalanmasına giden yolu açtı –nükleer fisyon. Rutherford bu konuda 1919'da elde ettiği kısmi başarıyı 1932'ye gelindiğinde tamamladı ve böylece atom çağına geri sayım başlamış oldu.





YAŞAM

BURAYA NASIL GELDİK?

Ortaçağın sonlarında aslanın, hayvanların kralı olduğuna inanılıyordu; aslanın Latincesi olan *leo*, tam da bu anlama karşılık gelir. Ayrıca kuyruğunu ayak izlerini silmek ve böylece avcıları atlatmak için kullandığına, tek gözü açık uyuduğuna, yavrularının ölü doğduğuna ve ancak üç gün sonra babaları onlara yaşam soluğu verdiğinde canlandıklarına –tıpkı İsa'nın göğe yükselmeden önce üç gün ölü kalması gibi– inanılıyordu.

Bütün bu bilgiler, adı bilinmeyen bir Yunanlı tarafından birinci yüzyılda derlenen *Bestiary* adlı dünya hayvanları kataloğunda bulunabilir. İlk derlendiğinde 40 hayvandan oluşan bu katalog, İslam ve Hıristiyan âlimlerin çalışmalarıyla yüzlerce yıl içinde giderek büyümüştür. Sürekli kopyalanmış, her kopyalanışında eklenen güzel çizimlerle giderek daha da gerçekdışı bir hal almış ve 1600'lü yıllara gelindiğinde de hayvanlar dünyası hakkında temel bilgi kaynağı olmuştur. Eklemelerle sürekli sayısı artan yaratıklar, birtakım familyalar altında gruplanmıştır. Ancak bu gruplarda anka kuşu, ejderha ve tek boynuzlu at gibi kimsenin görmediği mitolojik hayvanlar da yer alıyordu. Bütün yaratıkların dinsel ve ahlaksal bir anlamı da vardı ve varlıkları, kutsal bir planın parçası oluşlarıyla açıklanıyordu. Karada atlar olduğuna göre denizatları da olmalıydı, çünkü kutsal simetriye göre hayvanların okyanuslarda da bir karşılığı vardı.

Öyleyse biz planın neresindeydik? "Buraya nasıl geldik?" sorusu Hıristiyan Avrupa'da kimsenin gerçekten sormadığı bir soruydu. Biz yaşamın tepesinde, hayvanlara, böceklere ve en düşük yaşam biçimi olan bitkilere kadar inen –her şeyin belirli bir yeri olan– büyük varoluş zincirinin tepesinde yer alıyorduk. Ve buraya da Kadiri Mutlak tarafından konmuştuk. Ne var ki insanlar doğaya ve dünyaya bakmaya, onları olduğu gibi çizmeye ve üzerlerinde çalışmaya başladılar. Bu da önüne geçilemez bir şekilde "Buraya nasıl geldik?" sorusunun yanıtlanması gerektiğinin fark edilmesine yol açtı.

Solda: Fil gibi gerçek hayvanların ortaçağ yorumlarının vahşi adamlar ve ejderhalar gibi düşsel yaratıklarla bir arada gösterildiği 14. yüzyıldan kalma bir resim görülüyor.

YARARLI BİTKİLER



Hans Sloane
1660–1753

Bu arayış, Avrupalıların "Yenidünya" diye adlandırdığı Amerika kıtalarının keşfedilmesiyle birlikte başlamıştır. Bu büyük olayın insanlık tarihi açısından artçı sarsıntıları hâlâ hissedilir; ama altın ve gümüş peşinde koşmayı, istilaları, fetihleri, imparatorluklar için girişilen çatışmaları ve yapılan savaşları bir yana bırakırsak, hayvanlar ve bitkiler dünyası üzerindeki etkileri de aynı şekilde devrim niteliğinde olmuştur. İzleyen iki yüz yıl boyunca Avrupa'dan binlerce kişi –serüvenciler, fetih peşinde koşanlar, sömürgeciler, valiler vs.– Yenidünya'yı görmek için uzun ve tehlikelerle dolu bir yolculuğa çıkmıştır. Kuşkusuz yapılan keşifler de merak duygusunu ve Avrupa dışındaki toprakların doğasını görme ve oralarda yaşama arzusunu da sürekli canlı tutmuştur.

1687'de Hans Sloane adlı İrlandalı bir doktor ve botanikçi gözlerini Jamaika'ya dikmişti. Atlas Okyanusu'nda üç ay süren bir yolculuktan sonra adaya ulaşabildi. Sloane, gerçekte, adanın valisi olan Albemarle Dükü'nün özel doktoruydu; ama onun asıl ilgisini çeken konu adanın doğasıydı. İleride, Batı Hint Adaları'na geliş nedenini "Doğada sıra dışı bir şeyle karşılaşıp karşılaşamayacağımı görmek," diye yazmıştır. Gerçekten de Sloane doğa tutkusunu tatmin etmek için Jamaika'da hiç tahmin edemeyeceği kadar çok fırsat buldu.

Ancak doğa gözlemi yapmanın, günü hoş geçirmekten daha öte anlamları vardı. Doğada –özellikle de bitkilerde– çok büyük bir gücün temelleri mevcuttu. Amerika kıtalarının keşfiyle birlikte muazzam doğal zenginlikler de keşfedilmişti. Biber, domates ve patates Avrupa'ya taşınan botanik harikalarından yalnızca birkaçıdır. Jamaika'da yaşamın merkezinde şeker kamışı çiftlikleri yer alıyordu. Bu sayede ada, korsanların uğrak yeri olmaktan çıkmış ve çiftliklerde çalıştırılmak amacıyla getirilen binlerce kölenin yaşadığı korkunç sonuçlarıyla birlikte İngiliz İmparatorluğu'nun kilit taşlarından biri olmuştu. Jamaika'daki çiftliklerde üretimin en üst düzeyde olduğu zamanlarda yılda 77.000 ton şeker üretiliyordu. Ama Amerika kıtalarından Avrupa'ya yalnızca şeker değil, pamuk ve tütün de gönderiliyordu. Doğu'dan da çay ve baharat gelirdi. Gemilerin kendileri bile neredeyse tümüyle bitkilerden yapılıyordu: İskeletleri ve güverteleri meşeden, yelkenleri pamuktan, halatları kendirdendi; gövdenin su geçirmezliği için kullanılan yalıtım malzemesi de çam reçinesinden elde ediliyordu.



Aşağıda: Sloane'ın koleksiyonunda bulunan bir örnek çekmecesi görülüyor.

Küresel ticaret bitkilere dayanıyordu ve yeni bitkilerin arayışı da sürüyordu. Sloane için bilimsel merak ile olası ticari kazanç el ele giden güdülerdi. Ortaçağın hayvanlar kataloğunun bitkiler için yazılmış karşılığının adı *Herbal*'dı. Bu kataloğun kökeni de benzer bir şekilde Roma döneminde yaşamış bir Yunanlının yazdığı kitaptı. Ancak *Herbal*'da bitkilere yönelik kullanışlı bilgiler de yer alıyordu. Bitkiler yiyecek, baharat ve ilaç olarak kullanımlarına göre listelenmişti. Örneğin turp şöyle tanımlanmıştı: "Gaz yapar ve ısıtır... kusmak isteyenlere iyi gelir." Binlerce yıl



Yukarıda: Sloane'ın Jamaika'dayken albümlerinden birine çizdiği kakao bitkisinin yanında kuruttuğu bir kakao yaprağı ve tohumu görülüyor

boyunca bitkiler hep hastalıkların sağaltılmasında ve yaşamlarımızı biraz daha rahatlatmak amacıyla kullanılmıştı. *Herbal* da aslında her biri ilaç olarak kullanılan bitkileri içeren şifalı bitkiler kataloğuydu.

TOPLAYICILAR

Sloane doktorluktan artakalan zamanının tümünü, adayı at sırtında dolaşıp araştırarak, adanın florasından ve faunasından örnekler toplayıp onların resimlerini yaparak geçiriyordu. Kısa bir süre sonra Royal Society'ye üye olarak seçildi. Sloane, Tanrı'nın yapıtlarını anlamak ve onları tam olarak betimlemek amacıyla saplantılı bir şekilde doğadan örnekler toplamaya ve onları sınıflandırmaya çalışan yeni bir bilim adamları kuşağındandı. Katı Protestan iş ahlakıyla yetişmişti. Buna karşılık Sloane'ın içmeyi seven patronu, sürekli içki âlemlerindeydi. Sloane'ın Jamaika'ya gelişinden yalnızca 15 ay sonra vali öldü. Sloane dönüş yolculuğunda bozulmaması için ceseti ilaçlayıp hazırladı ve sonra da topladığı örnekleri paketledi. Adada geçirdiği dönemi titizlikle günlüğüne geçirmişti. Hava durumundan yerel âdetlere ve adanın jeolojisine kadar gördüğü her şeye ilişkin notlar tutmuş, adadaki bitki ve hayvanlardan 800 dolayında örnek toplamış, koruyamayacağı örneklerin de sayfalar dolusu ayrıntılı resimlerini yapmıştı. Dönüş yolculuğunda yanına bir yılan, iguana ve timsah da almıştı; ama hiçbiri yolculuğu tamamlayamadı. Sloane'ın örneklerini aldığı bitkilerden biri, adalıların tohumlarından ilaç olarak kullanılan bir içki yaptıkları kakaoydu. Sloane içeceğin etkisini "mide bulandırıcı ve sindirimi zor" diye betimlemişti. Ama sütle karıştırıldığında çok hoş bir tadı olduğunu fark etti. Londra'ya döndüğünde "içilen çikolata" olarak bu içeceğin patentini aldı ve "mideyi hafiflettiği"ni ön plana çıkararak piyasaya sürdü. Yıllar içinde iyi bir kazanç sağladı. Çikolata işini günümüzde büyük bir endüstri haline dönüştürmüş olan Cadbury ailesinin satın aldığı da gerçekte Sloane'ın tarifiydi.

BÜYÜK VAROLUŞ ZİNCİRİ

"Büyük varoluş zinciri", Evren'e ve onun içindeki yaşamın düzenine yönelik felsefi bir bakıştı. Kökeni Eski Yunan düşünürlerine, özellikle de Aristoteles'e dayanır. 14. ve 15. yüzyıllarda Aziz Augustinus tarafından ayıklanıp uyarlanarak Hıristiyan teolojisine sokulmuştur. Hıristiyan öğretisine göre Tanrı ile Evren en tepede yer alır. Onun altında melekler, onların altında da sırayla insanlar, hayvanlar, bitkiler ve en altta da kayalar ve madenler gibi cansız nesneler bulunur. Her bağlantı daha da genişletilebilir –krallar, derebeyleri, küçük toprak sahipleri, köylüler, serfler vs. Aynı şekilde hayvanlar da en üstte aslan olacak şekilde evcil sığırlara, köpeklere, kedilere kadar sıralanıyordu. Madenlerdeyse altın en tepedeydi. Ortaçağ boyunca din âlimleri arasında meleklerin tek bir cinsten mi yoksa farklı cinslerden mi olduklarına yönelik bir tartışma yaşandı. Bu tartışma için zincirdeki her halkanın dolu olması ve yalnızca bir "tür"e ait olması anahtardı. Böylece hiçbir boşluk kalmamış oluyordu. Bu şekilde düşününce, doğal düzeni değiştirme gereği ve olasılığı da kalmıyordu.



SINIFLANDIRMA

Sloane'ın toplama tutkusu Jamaika'dan sonra da sürdü. Aslında Jamaika yalnızca bir başlangıçtı. İngiltere'ye dönünce şaşırtıcı derecede farklı nesneleri toplamaya başladı; hatta başkalarının koleksiyonlarını bütün haliyle alıyordu. Yaşamının sonuna geldiğinde Sloane, çikolatadan sağladığı kazancı, üst düzey müşterileri, zekice yaptığı yatırımları, eşinin de varlıklı bir aileden gelişi nedeniyle oldukça zengin biri olmuştu ve bu sayede dünyanın en büyük koleksiyonunu toplamıştı. Koleksiyonunda kurutulmuş bitkilerin bulunduğu 265 cilt, 12.500 bitki ya da bitki özü, iskelet halinde ya da doldurulmuş olarak 6.000 kabuklu, 9.000 omurgasız hayvan, 1.500 balık, 1.200 kuş, yumurta ve yuva, 3.000 omurgalı hayvan ve antikalar vardı. Ayrıca binlerce maden, kaya ve fosil, mücevherler, takılar, madalyonlar, madeni paralar, sanat eserleri, etnografya nesneleri ve 50.000 kitaptan oluşan bir de kütüphane bulunuyordu. Koleksiyon öyle büyük ve özeldi ki hüküme Sloane'ın 1753'te ölümünden altı ay sonra onu saklamak amacıyla British Museum'u (Britanya Müzesi) açtı. Sloane'ın koleksiyonu bugün dünyanın önde gelen kültür, edebiyat ve bilimsel bilgi deposu olan üç kurumun, British Museum'un, Natural History Museum'un (Doğa Tarihi Müzesi) ve British Library'nin (Britanya Kütüphanesi) temellerini oluşturur. Sloane ayrıca doktor olduğu için Londra'daki ünlü Chelsea Physic Garden'ın (Chelsea Rehabilitasyon Bahçesi) da temellerini atmıştır.

Solda: Fransisken misyoneri Diego de Valadés'in Meksika'da yaptığı yolculuğun kayıtlarının yer aldığı *Rhetorica Christiana* (Hıristiyan Retoriği) adlı yapıtında bulunan Büyük Varoluş Zinciri resmi görülüyor.

Sloane'ın dev koleksiyonu, dünyada olanı biteni gözler önüne seren örneklerden yalnızca biriydi. Toplayıcılar daha önce hiç bilinmeyen canlılardan sürekli yeni örnekler getirdikçe ya da onları anlattıkça yüzlerce yıldır aktarılagelen Tanrı'nın yaratım betimlemelerinin tümüyle yetersiz kaldığı anlaşılmaya başladı. Sloane ve onun gibiler gördükleri şeylerin muazzam çeşitliliği karşısında şaşkına dönmüşlerdi. En basitinden renkler bile tanımlanmaya kafa tutuyorlardı –o kadar çeşitliydiler ki Sloane, kullanılan adların renklerin tümünü kaydetmede ne denli yetersiz kaldığını söylemiştir.

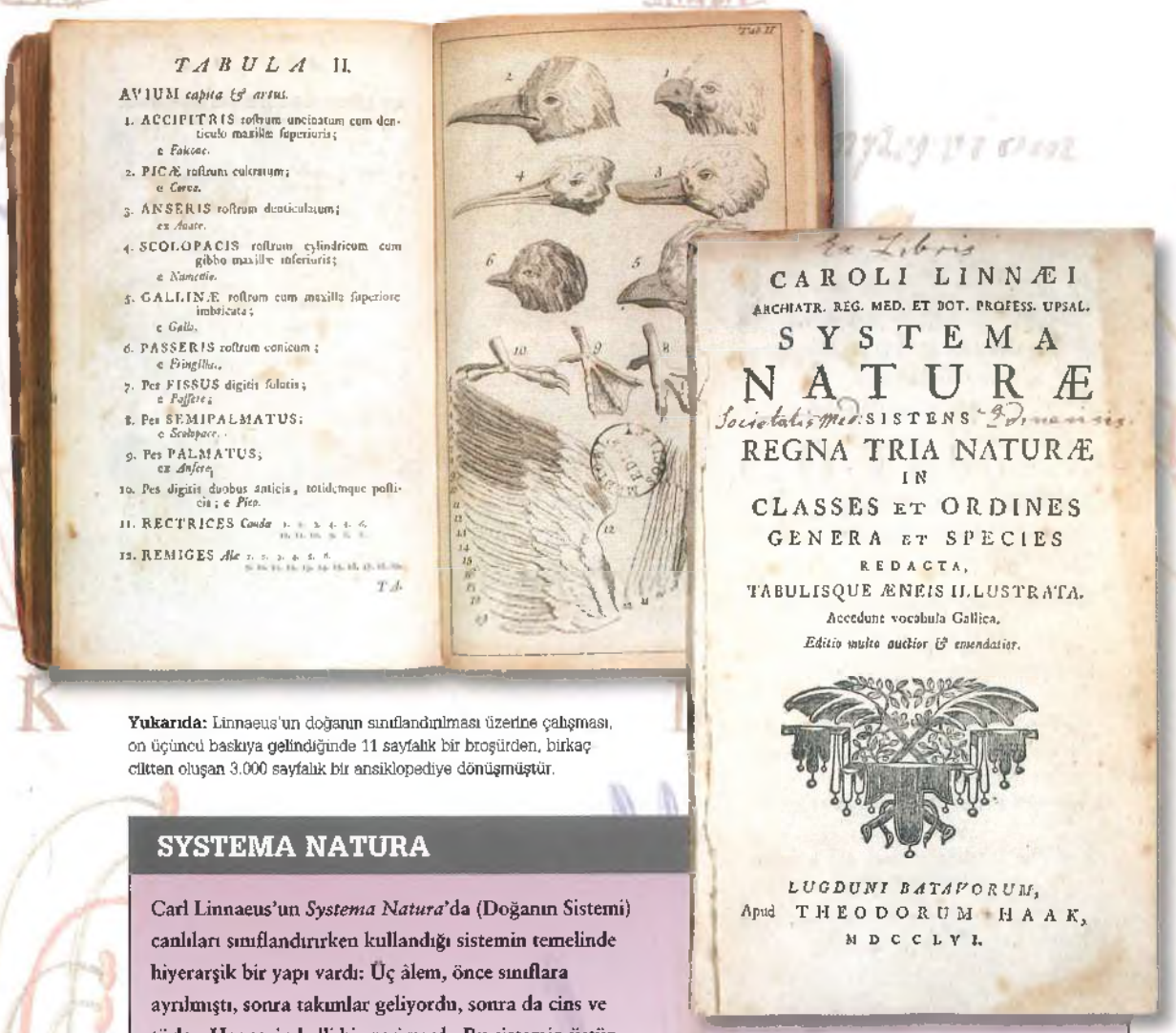


John Ray
1627–1705

En çok gereksinim duyulan şey bir canlıyı başkalarından açıkça ayırt etmeye yarayacak ölçüttü. Sloane'ın Jamaika'da ve daha sonraki toplama etkinlikleri boyunca da uygulamaya çalıştığı sınıflandırma sistemi aslında doğabilimci John Ray'in benimsediği sistemdi. Bir demircinin oğlu olan Ray, hastalarını iyileştirmek için bitkisel ilaçlar hazırlayan şifacı annesinden etkilenmişti. Okulda çok başarılıydı. Papaz olarak atanmadan önce Cambridge Üniversitesi'nde öğrenim gördü. İngiliz İç Savaşı'ndan sonra monarşinin Britanya'da yeniden kurulması sırasında kendini politik ve dinsel kargaşanın içinde bir papaz olarak buldu. Dünyevi çalışmalar yapamadığı gibi dinsel ilkeleri gereği uygulamaya yönelik de çalışamıyordu. Neyse ki Cambridge'den aristokrat arkadaşı Francis Willoughby'nin kanatları altına girdi. Birlikte üç yıl Avrupa'yı dolaştılar ve yolculuk boyunca flora ve fauna üzerine çalıştılar. Ray, Willoughby'nin hane halkından biri oldu. Willoughby'nin ölümünden sonra, botanik alanında yazdığı kendi büyük yapıtını yayımlamadan önce, birkaç yılını arkadaşının –Isaac Newton'un *Principia*'yı yayımlamak istediği sırada Royal Society'nin neredeyse iflasına yol açacak olan– balıklar üzerine yazmaya başladığı bir kitabı tamamlamaya ayırdı (*bkz.* 1. Bölüm).

Ray'in 18.000 dolayında bitki türünü kapsayan sınıflandırması, bitkilerin yaşam alanlarına, dağılımlarına, morfolojilerine ve fizyolojilerine dayanıyordu. Bu, doğayı bir düzen içinde görmeye çalışan ilk ciddi bilimsel girişimdi. Ama onun asıl önemli katkısı modern anlamdaki "tür" kavramını –bir türün tohumlarından bir başka türün yetişmeyeceği yaklaşımına dayanan– ilk kez tanımlıyor oluşuydu. Saplantılı ve benmerkezci İsveçli Carl Linnaeus'un benimsediği ve sonra da bitkileri sınıflandırmak için kullanılan bir yönteme dönüştürdüğü –ki günümüzde de kullanılan yöntem– bu yaklaşımdı.

Her ne kadar babasına soyluluk verildiğinde babasının adını değiştirmesine karşı çıkmış ve kendini hep Carl von Linné diye tanıtmışsa da Linnaeus her zaman Latinceleştirilmiş adıyla anıldı. 1707'de doğan Linnaeus küçüklüğünden beri bitkilere ilgi duyuyordu. Öyle ki çocukluğunda ona "küçük botanikçi" takma adı bile takılmıştı. Tıp eğitimi aldı ve Uppsala Üniversitesi'nde botanik dersleri vermeye başladı. 1732'de Laponya'ya bir araştırma gezisi düzenledi. Her ne kadar bu yolculuğu ona göre çok sıkıntılı ve heyecanlı serüvenlerle dolu olmuşsa da gerçekte küçük çaplı ve kolay bir yolculuktu. Gezdiği yerlerin betimlemelerini hatta yolculuk programını bile kendinden önceki bir araştırmacının günlüklerinden "ödünç" almıştı. Linnaeus her şeyi sıralamaya ve sistemleştirmeye karşı saplantılıysa da bu saplantı botanik bilimini sağlam temellere oturtacak bir kişide bulunması gereken eşsiz bir özellikti. Daha önce düşünülmemiş bir şey olan bitkilerin cinsel yolla üreldiği düşüncesine takılmıştı. Buradan yola çıkarak bitkileri erkek ve dişi cinsel organlarına göre sınıflandıran bir sistem geliştirdi. Bu durum 18. yüzyılın kibar sosyetesini çok şaşırttı; çünkü bitki üremesiyle ilgili Linnaeus'un "bir



Yukarıda: Linnaeus'un doğanın sınıflandırılması üzerine çahşması, on üçüncü baskıya gelindiğinde 11 sayfalık bir broşürden, birkaç ciltten oluşan 3.000 sayfalık bir ansiklopediye dönüşmüştür.

SYSTEMA NATURA

Carl Linnaeus'un *Systema Natura*'da (Doğanın Sistemi) canlıları sınıflandırırken kullandığı sistemin temelinde hiyerarşik bir yapı vardı: Üç âlem, önce sınıflara ayrılmıştı, sonra takımlar geliyordu, sonra da cins ve türler. Her şeyin belli bir yeri vardı. Bu sistemin üstün yanı, bir bitki ya da hayvanın adı geçtiğinde doğanın düzeni içindeki yerinin de anlaşılıyor olmasıydı. İnsan, hayvanlar âleminde, memeliler sınıfında, primatlar takımında, Homo cinsindendi ve türü de Sapiens'ti, yani kısaca *Homo sapiens*. Linnaeus, meme bezlerinden yola çıkarak memeliler diye bir sınıf ortaya atmıştı; çünkü bu gruptaki bütün hayvanlar yavrularını sütleriyle beslıyordu. Onuncu baskısına gelindiğinde Linnaeus'un kitabında 12.000'i aşkın hayvan ve bitki yer alıyordu. Kitap aslında bazı mitolojik hayvanların gerçekte var olduğuna inanılan o dönemin inançlarını da biraz yansıtıyordu. Linnaeus, Homo cinsi içinde mağara adamları (troglodtidler) ve dağ cüceleri gibi bazı yaratıkları da insan türü olarak göstermişti. Günümüzde Linnaeus'un sistemi ayıklanıp iyileştirilmiş ve yaşam ağacının başka dallarından da ona bazı kategoriler eklenmiştir. Ama iki sözcüklü adlandırma sisteminin zarafeti korunmuş ve biyolojinin temel araçlarından biri olarak kalmıştır.

dişi ve yirmi erkekten oluşan bir evlilik" gibi cümlelerin yer aldığı bazı betimlemeleri müstehcen bulunmuştu.

Ayrıca günümüzde hâlâ kullanılan iki sözcüklü Latince adlandırma sistemini de geliştirmişti. *Systema Natura*, Linnaeus daha 30'una gelmeden yayınlanmıştı. Kitabı sürekli yeniledi ve sonraki 20 yıl boyunca yayımlanan baskılarına hayvanlar ve omurgasızlar âlemini de kattı.

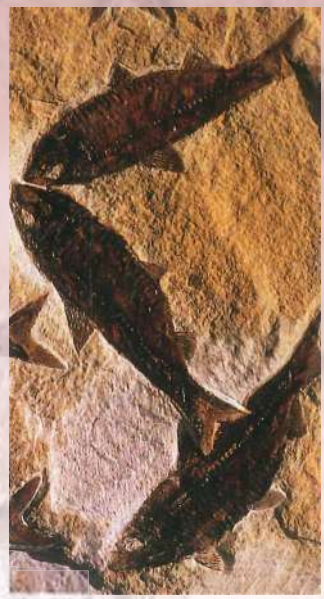
Yaşamındaki her şeyin listesini yapan bir adam için –Linnaeus botanikçileri bile sınıflandırmıştı– insan da kaçınılmaz olarak planın bir parçası olmuştu. Linnaeus, insanı hayvanların arasına yerleştiren ilk kişiydi. Karşılaşabileceği eleştirilerin çok iyi farkındaydı. Buna karşın Linnaeus o dönemki hemen herkes gibi türlerin değişmezliğine de sonuna kadar inanıyordu. Ne var ki yeni keşfedilen ve sınıflandırılan yaşam biçimleri Tanrı'nın tasarımı hakkında rahatsız edici bazı soruların da ortaya atılmasına yol açıyordu. Bir temanın –saçma olduğu açık– bu kadar çok çeşitlemesiyle yüz yüze gelmek şaşkınlık uyandırıyordu. Yani Tanrı böylesine çok sayıda farklı kınkanatlı böceği ya da balığı ya da çiçekli bitkiyi neden yaratmış olabilirdi ki? Ama işte, vardılar. Gelip geçici de değillerdi. O büyük kesinliğin altı yavaş yavaş oyuluyordu.



Yukarıda: Linnaeus'un döneminde bu ammonit fosili gibi fosiller sıra dışı mineral yapılar ya da Büyük Tufan'dan önce yaşamış hayvanların kalıntıları olarak açıklanıyordu

FOSİL OLUŞUMU

Fosil adı, "kazıyarak topraktan çıkarmak" anlamına gelen Latince bir sözcükten gelir. 17. yüzyıla kadar insanların çoğu fosillerin sıra dışı taşlar olduğunu düşünüyordu. Onların, derin geçmişe ilişkin değerli bilgiler sağlayabileceğinin farkında değillerdi. Artık fosillerin bir zamanlar yaşamış canlıların öldükten sonra tortul kayaların arasında kalan artıkları olduğunu biliyoruz. Ölen bir bitki ya da hayvanın toprakla ya da çamurla kaplanmasıyla oluşuyorlar. Tortular çok yavaş bir şekilde molekül molekül katılaşıp sert kayalara dönüşürken –ve bu sırada ölü hayvan ya da bitkinin yapısı korunurken– organik madde de çevresindeki tortularda bulunan minerallerle yer değiştirir. Eğer bir canlı, leşçil hayvanlar ona zarar verecek fırsatı bulamadan, çok hızlı bir şekilde kaplanmışsa fosili daha eksiksiz korunur. Bu nedenle eski ırmak yatakları ve volkanik kül sahaları iyi korunmuş fosil kaynaklarıdır. Bazen organik doku tümüyle çürür, bozulur ve geride yalnızca canlının şekli kayanın üzerine çıkmış olarak kalır. Bunlara da iz fosiller denir.



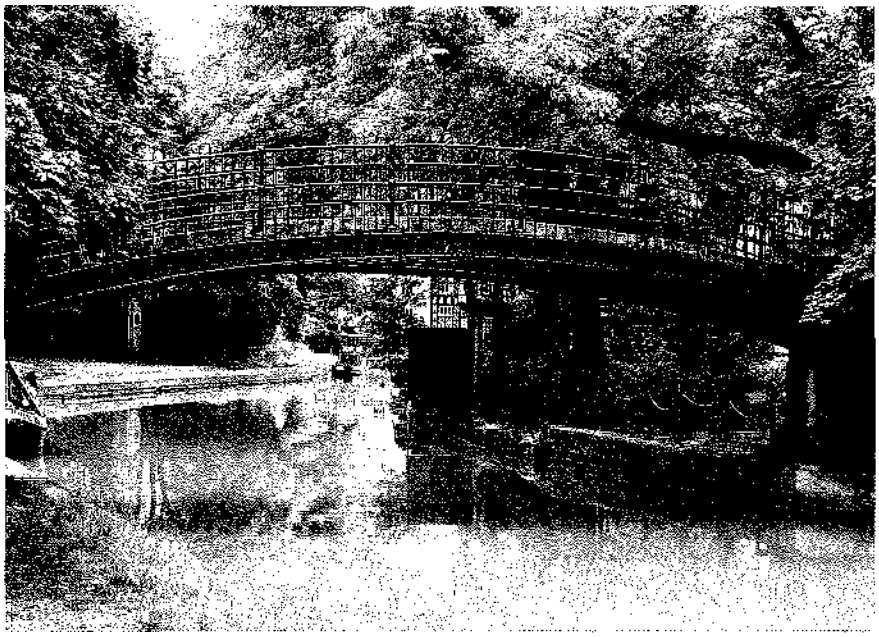
SMITH TABAKALARI



Yukarıda:
III. Bridgewater Dükü Francis Egerton kömür taşımak için Worsley'den Manchester'a açılacak kanal düşüncesini saplantı haline getirmişti. O yapıldıktan sonra daha da iddialı bir proje olan Manchester ile Liverpool'u kanalla birbirine bağlamayı düşünmeye başladı.

18. yüzyılın ikinci yarısına gelindiğinde Endüstri Devrimi Britanya'da etkisini göstermeye başlamıştı. Tekstil ve üretim endüstrileri makineleşiyordu. Josiah Wedgwood'un Staffordshire'daki Etruria adlı yeni fabrikasında çömlekler artık makineleşmiş çömlekçi çarklarında ve torna tezgâhlarında seri olarak üretiliyordu. Demir ve çelik üretiminde kullanılmaya başlanan yeni yöntemler sayesinde metalden etkileyici yeni şekiller yapılabiliyordu. Yeni icat edilmiş buhar makinesinin Britanya'nın endüstriyel büyümesinin arkasındaki büyük güç olduğu yavaş yavaş anlaşıldı. Ama Endüstri Devrimi her şeyden çok kömür madenciliğine ve kömürün endüstri merkezlerine taşınmasına dayanıyordu. Kömür, yüksek fırınlarda demir üretmek, buhar makinelerini çalıştırmak ve giderek büyüyen endüstri kentlerindeki evlerin şöminelerinde yakılmak için gerekliydi. Britanya'nın her yanında kanalların yapılması gibi dev bir projenin başlamasının nedeni de ülkede kömürün ve ağır malların yer değiştirmesini sağlamaktı. Worsley'deki madenlerden yaklaşık 10 km doğudaki Manchester'a kadar uzanan Bridgewater Dükü'ne ait kanalın 1761'de açılmasıyla birlikte Manchester'daki kömür fiyatları yarı yarıya düştü. Bunu, "kanal çılgınlığı" diye bilinen bir dönem izledi ve sonraki 60 yıl boyunca Britanya'da yüzün üzerinde kanal açıldı. Endüstriye gereken kömür ve limanlardaki gemilere de fabrikalarda başka ülkelere gönderilmek için üretilen mallar ile denizaşırı kolonilerden gelen hammaddeler hep bu kanallarla taşındı. Bunların tümü de İngiliz ekonomisini ateşleyen ticaretin "erdemli" döngüsünün bir parçasıydı.

William Smith, Oxfordshire'daki çiftçi bir ailenin oğlu olarak doğdu. 1787'de 18 yaşındayken arazi ölçüm işinde çalışmaya başladı. Bir süre sonra da kendini Somerset kömür yataklarındaki Somerset Kömür Kanalı'nın yapımında çalışır buldu. Kuyularda, kayaların tabakalar halinde dizilişi dikkatini çekti. Çökeltilerin yatay olarak uzandığı ama yapılarının bir şekilde bozularak farklı açılar aldığı, yüz yıl kadar önce kabul edilmiş bir ilkeydi. Ama Smith'in farkına vardığı şey tabakaların sürekliliğiydi; onları uzun mesafeler boyunca izlemek mümkündü. Bunu kavramasına yol açan şey de kayalarda dikkatini çeken birtakım kusurlardı –yani fosillerdi.



Solda: 16 km uzunluğundaki Bridgewater Kanalı aslında dönemin en büyük mühendislerinden biri olan James Brindley tarafından yapılmıştır.

Sağda: Değişik kayaları farklı renklerle gösterme ilkesi William Smith'in elle renklendirdiği Britanya Jeolojik Haritası'yla birlikte yerleşmiştir. Bu haritanın günümüz haritalarına benzerliği çarpıcıdır.

Smith çocukken bile fosillere meraklıydı. Bazı parlak fosillerle bilye oynadığını bile anımsıyordu. Smith madenlerde ya da kanal işçilerinin kazdığı kaya tabakalarında her kaya katmanının, içindeki farklı fosillerle tanımlanabileceğini düşündü. Bu sayede kaya tabakası kıvrılmış, kırılmış hatta katlanmış olsun kendi özgün fosil işaretleri sayesinde arazide izleri sürülebilirdi. Bundan yola çıkılarak genç kayaların yaşlıların üstünde olduğu göz önüne alındığında fosiller sayesinde kaya katmanlarının birbirlerine göre yaşları ortaya konabilirdi –o dönemlerde kayaların kesin yaşını veren bir yöntem bilinmiyordu. Smith buna "faunanın ardışıklığı ilkesi" adını verdi. İşi gereği 18. yüzyılın son on yılı boyunca Britanya kırsalında binlerce kilometre dolaşmıştı. Tuttuğu notlar ve yaptığı gözlemler sayesinde oluşturduğu Britanya stratigrafi haritasını –ki türünün ilk örneğidir– 1815'te yayımladı. Bu harita her kaya katmanının güzelce renklendirildiği, ülkenin değişik bölgelerindeki olası maden zenginliklerini açıkça gözler önüne seren muazzam bir çalışmaydı. Smith'in yaşamı çalkantılarla geçmişti. Stratigrafi çalışması izinsiz kopyalanmış, parasını yitirmiş, borçları yüzünden yıllarca hapis yatmıştı. Yine de ölmeden önce bilime yaptığı katkının farkına varılmış ve "İngiliz jeolojisinin babası" olarak anılmaya başlanmıştı. Olağanüstü haritası bugün Londra'daki Jeoloji Derneği'nin duvarında asılıdır.

"Smith, madenlerde ya da kanal işçilerinin kazdığı kaya tabakalarında her kaya katmanının, içindeki farklı fosillerle tanımlanabileceğini düşündü."


A
DELINEATION
OF THE
STRATA
OF
ENGLAND AND WALES.
WITH PART OF
SCOTLAND:
EXHIBITING
THE COLLIERIES AND MINES.
THE MARSHES AND FEN LANDS ORIGINALLY OVERFLOWED BY THE SEA.
AND THE
VARIETIES OF SOIL
ACCORDING TO THE VARIATIONS IN THE SUBSTRATA.
ILLUSTRATED by the MOST DESCRIPTIVE NAMES
BY W. SMITH.
THE
GERMAN
OCEAN
IRISH SEA
ST. GEORGE'S CHANNEL
CARDIGAN BAY
BRISTOL CHANNEL
ENGLISH CHANNEL
EXPLANATION

İSKELET OLUŞTURMA



Georges Cuvier
1769–1832

Smith tabakaların ya da fosillerin açıklamasını yapmaya veya kökenini araştırmaya hiç girişmedi. Bir keresinde "Nedenler, arazi ölçümü yapan bir kişinin ilgi alanına girmez," diye yazmıştı. Bu araştırmaları başkaları yaptı. Fosillerin çok uzun süre önce yaşamış canlıların kalıntısı olabileceği düşüncesi yeni değildi. Aristoteles de onları bu şekilde düşünmüştü, Persler de, 11. yüzyılda İbni Sina ve sonra Leonardo da Vinci de böyle düşünmüştü. 18. yüzyılın sonlarına doğru belirginleşen konuysa fosil tabakaları arasındaki farklar oldu. Bunlar Dünya'nın yaşına ve üzerindeki canlılara yönelik birtakım uygunsuz soruları akla getiriyordu. Fransa'da Devrim'den sonra Paris'te girişilen kapsamlı inşaat projesi sırasında kentin altındaki kaya tabakalarında daha da huzur kaçırıcı bazı fosiller ortaya çıktı. Smith'in fosillerinin de gözler önüne serdiği sorun, bazı fosillerin hiç de alışık olunmayan görünüşleriydi.

Georges Cuvier Paris'te Jardin des Plantes'taki Doğa Tarihi Müzesi'nde görevli bir profesörün asistanıydı. Cuvier aristokrat bir aile için çalışsa da mütevazı tavırlarıyla Fransız Devrimi'nin en çalkantılı dönemlerinde bile doğaya ilgisinin başladığı taşrada yaşarken kimsenin dikkatini çekmemişti. Başkente döndüğünde hayvanlar arasındaki farklar üzerinde çalıştı ve yeni yeni gelişmeye başlayan karşılaştırmalı anatomi alanında ün yaptı. İskelet yapılarını analiz etmede öylesine uzmanlaştı ki böbürlenerek herhangi bir hayvanı, onun yalnızca herhangi bir kemiğine bakarak tanımlayabileceğini ileri sürerdi. Hayvanın bir parçasının bile o canlının bütününe ilişkin çok fazla ipucu taşıdığını fark etmişti. Örneğin yalnızca bir köpekdişinin incelenmesiyle bir hayvanın etçil olduğu ve bu nedenle de koşmaya elverişli bacaklarının ve avını kavrayacak pençelerinin olması gerektiği anlaşılıyordu. Cuvier hakkında onun bilimsel kişiliğini özetleyen şöyle bir hikâye anlatılır: Bir gece öğrencilerinden biri



KARŞILAŞTIRMALI ANATOMİ

17. yüzyılda Edward Tyson adlı ünlü bir doktor Londra'da Thames Nehri'nde başı boş dolaşan bir yunusu kesip parçalara ayırmış ve incelemişti. Yunus daha sonra bir balıkçıda satışa sunuldu. Ancak Tyson balık olduğunu düşündüğü yunusun iç yapısının dört bacaklı hayvanlarınkine çok benzediğini ve onun gerçekte bir memeli olması gerektiğini keşfetti. Sonra bir şempanzeyi kesip inceledi ve onun anatomisinin insanınkine çok benzediğini ortaya koydu. Evrim kuramının ortaya çıkışından sonra biyologların yaşam ağacını oluşturmada yararlandığı karşılaştırmalı anatominin kurucusu olarak genellikle Tyson kabul edilir. Var olan ya da soyu tükenmiş değişik hayvanların iskelet yapıları arasındaki benzerlikleri ve farkları ortaya koyarak günümüz hayvanlarının evrimsel kökleri izlenebilir. Örneğin günümüz kuşlarının ve bazı dinozorların lades kemiği vardır ve buradan yola çıkılarak ortak bir ataları olduğu düşünülür. Balina ve suaygırı iskeletleri de bu iki hayvanın aslında yakın akraba olduğunu gösterir. Bugün bilim insanları, hayvanları birbirleriyle karşılaştırırken fiziksel farklara bakmanın yanı sıra, ortak genleri saptamak için DNA dizilimlerini incelemek gibi çok daha duyarlı bazı yöntemler kullanıyor.

şeytan kılığına girerek Cuvier'nin odasına dalmış ve "Cuvier, Cuvier seni yemeye geldim!" diye bağırmaya başlamış. İstifini bozmayan Cuvier de ona sakince "Boynuzları ve toynakları olan hayvanların hepsi otçuldur; senin beni yiyebilmen olanaksız," diye yanıt vermiş.

SOY TÜKENİŞİ

Cuvier'nin hayvanlar konusundaki uzmanlığını bilenler Avrupa'nın her yanındaki madenlerde ve kazılarda keşfedilen fosilleşmiş hayvan kemiklerini ona göndermeye başlamıştı. Çeşitli kaya tabakalarından çıkan fosillerin gözler önüne sermeye başladığı şey bunların artık yeryüzünde var olmayan bazı hayvanlardan kalma olduğuydu. 1796'da Cuvier, Sibirya'da bulunan ve daha önceden bir file ait olduğu sanılan kemiklerin aslında soyu tükenmiş bir türe –mamut– ait olduğunu ileri süren şaşırtıcı bir çalışma yayımladı. Buradaki anahtar terim "soyu tükenmiş"ti. O güne kadar yeryüzündeki hayvanların Tanrı'nın tasarımının bir parçası olarak yaratıldığı ve hep var olduğu düşünülmüştü. Ama dünyanın her yanında sürekli keşfedilen yeni canlı türleri sayesinde yaşamın ortaya çıkan muazzam çeşitliliği bir zamanlar akla gelen garip soruların çöpe atılmasını sağladı. Bir yandan da daha önceleri yaşamış çok daha fazla sayıda hayvan türü ortaya çıkmaya başlamıştı. İnsanlar daha derin tabakalara indikçe soyu tükenen daha çok hayvanla karşılaştılar. İlginç bir fosili daha ilginç bir başka fosil izliyordu. Bunların arasında mastodonlar ve pterodaktiller de vardı –dinozorlardan söz etmeye gerek bile yok (gerçi 1840'lı yıllara kadar bunlara bir ad bulunamamıştı). Böylece fosilleri bulunan hayvanların çoğunun soyunun tükenmiş olduğu açıkça belli olmaya başladı. Acaba Tanrı bir hata mı yapmıştı?

Sağda: Mamut gibi bazı hayvanların yeryüzünden tümüyle silinmiş olduğunun keşfedilmesi doğabilimcilerde bazı kuşkular uyandırırken Dünya'nın tarih öncesine yönelik birtakım kıyamet kuramlarının üretilmesine de yol açtı.

Buna hemen verilen açık yanıt soyu tükenenlerin Kitab-ı Mukaddes'te sözü edilen Büyük Tufan'ın kurbanları olduğuydu. Ama o da fosillerin gözler önüne serdiği arka arkaya gelen birden çok soy tükenme olayını açıklayamıyordu. Cuvier'nin yanıtı zekiceydi. Ona göre tarih boyunca Dünya'da bir dizi küresel afet yaşanmıştı. Sayıları 26'yı bulan bu afetler yalnızca çok güçlü seller değildi, aralarında birçok canlı türünün bir günde soyunu tüketecek denli güçlü depremler ve yanardağ patlamaları da vardı. Bu korkunç olayların her birinde Tanrı'nın yaratıklarının bir bölümü sonsuza dek yok olmuş, afetin hemen ardından yeni yaratılan türlerle ya da yeryüzünün başka bölgelerinden göçle gelen hayvanlarla boşluklar doldurulmuştu. Bu düşünce Kıyamet Kuramı (katastrofizm) olarak bilinmeye başlandı. Cuvier de onun en ateşli savunucusu oldu.

"Birbiri ardına ilginç fosiller bulundukça –ki bunların arasında mastodonlar, pterodaktiller ve dinozorlar da vardı– fosilleri bulunan hayvanların çoğunun soyunun tükenmiş olduğu açıkça belli olmaya başladı."

Kuşkusuz herkes afetlerle dolu bir dünya tarihine inanmıyordu. Bu sırada bir konu açıklık kazanmaya başladı. Gizemli geçmiş yaşamın örtüsünü kaldırmaya yarayacak ipuçları gezegenin içinde bulunuyordu.



KAÇ YAŞINDA?

Ünlü Horace-Bénédict de Saussure, 1760'ta Mont Blanc'ın eteklerindeki Chamonix kasabasını ziyaret etmiş ve deniz seviyesinden yaklaşık 5.000 m yüksekteki dağın tepesine çıkacak ilk kişiyi ödüllendireceğini söylemişti. Özel ayakkabıların, naylon iplerin, soğuğa karşı özel giysi ve donanımın bulunmadığı bir dönemde, bu yönde bir girişimin başarılı olabilmesi için iyi bir havada yapılması ve yapacak kişinin de hem yetenekli hem de biraz şanslı olması gerekiyordu. Ayrıca doruğa ulaşacak kadar hayatta kalabilmek, yerel efsanelere göre mağaralarda gizlenen ejderhalar ve yabancıları bekleyen cadılar yüzünden de olanaksızdı. Her şeye karşın birkaç girişimde bulunuldu ve başarısız olundu. 26 yıl boyunca ödülü kimse alamadı.

Ama 1786 yazında bir doktor ile bir dağ keçisi avcısından oluşan iki kişilik bir ekip sonunda dağı fethetti. Saussure'ün doruğa çıkmasıysa bir yıl sonrayı buldu. Ne var ki Saussure yalnızca dağlara tutkulu bir serüven meraklısı değildi. Dünya'ya yepyeni bir bakış açısıyla bakanların ve onu bilimsel olarak inceleyenlerin öncülerinden biriydi. Yeni ortaya çıkan bu bilim dalına jeoloji (yerbilim) adını veren de oydu. Saussure jeoloji sayesinde Dünya'nın yapısına ve onu şekillendiren süreçlere ilişkin bazı asırlık sorulara yanıt verme olanağı doğduğunu gördü. Alman Abraham Werner yeryüzündeki bütün kayaların başlangıçtaki tek bir selden sonra birbirini izleyen ve primer, sekonder, tersiyer ve kuvaterner olarak adlandırılan dört katman halinde yerlerine oturduğunu ileri sürüyordu –bunlardan son ikisi yakın zamana değin jeoloji terimi olarak kullanılagelmiştir. Bu kuramı benimseyenlere Neptüncü deniyordu. Saussure de kuramın ateşli bir destekçisiydi.

Aşağıda: Piskopos Ussher'ın Kitab-ı Mukaddes'e dayanarak hazırladığı kronoloji çalışması *Annales Veteris Testamenti*'nin (Eski Ahit Yıllıkları) orijinal baskısının kapağı görülüyor.


ANNALES
VETERIS TESTAMENTI,
a
PRIMA MUNDI ORIGINE
DEDUCTI:
UNA CUM
RERUM ASIATICARUM
ET
ÆGYPTIACARUM
CHRONICO,
ad
TEMPORIS HISTORICI PRINCIPIO
usque ad Maccabæorum initia
PRODUCTO.
JACOBO USSERIO ARMACHANO
Diabitore.
LONDINI,

Yüz yıldan biraz daha uzun bir süre önce James Ussher adlı İrlandalı bir piskopos Dünya'nın yaşını bulmak için cesur bir girişimde bulunmuş ve bir bölümü Kitab-ı Mukaddes'te de yer alan tarihsel kişilerin yaklaşık yaşlarını toplayarak gerisin geri gidip "Yaratılış"ta betimlenen yaratılma haftasına kadar ulaşmıştı. Ussher, Dünya'nın yaratılışı için şaşırtıcı kesinlikte bir tarih elde etmişti: MÖ 4004 yılının 23 Ekim'inden önceki gece. Aslında böyle bir çabaya giren ilk kişi o değildi. Isaac Newton MÖ 4000 tarihine ulaşmış, Johannes Kepler de (*bkz.* 1. Bölüm) MÖ 3992 olarak hesaplamıştı. Doğruluğu bir yana Ussher'ın bulduğu tarih dikkat çekici bir çalışmanın ürünüydü. Kral James İncili'nin yeni baskılarında yerini aldı ve birçok kişi tarafından da gerçekmiş gibi kabul edildi. Sonraki yüz yıl boyunca bu tarihin, Tanrı korkusu taşıyanlarca evrensel olarak kabul gördüğü sık sık yazıldı; ama gerçekte aydınların çoğu, özellikle de Avrupa anakarasında yaşayanlar, Kitab-ı Mukaddes'i mecaz olarak yorumluyordu. Ussher'ın bulduğu tarih, yalnızca 20. yüzyılın başlarında ABD'deki Genç Dünya Yaratılışçılığı hareketinin yükselmesiyle birlikte gerçekten dikkat çekebildi. 18. yüzyıl boyunca ve ondan sonra eğitimli insanların çoğu, Dünya'nın insanların tuttuğu tarihsel kayıtlardan çok daha yaşlı olması gerektiğinin farkındaydı. Bir kere, bütün o soy tükenme olayları –her nasıl oldularsa– oldukça büyük zaman dilimlerinin geçmiş olduğunu gösteriyordu. Yeni adlandırılmış jeoloji bilimine ilgi duyan beyefendilerin akıllarını kurcalayan en önemli soru Dünya'nın tam olarak kaç yaşında olduğuydu.

Solda: Saussure'ü Alpler'e çeken şey, botaniğe olan merakıydı. Ama dağlar üzerine yaptığı yoğun çalışmaları, onu sonunda dağların tarihine ilişkin bir kuram geliştirmeye ve jeolojiye –onun kazandırdığı bir terimdir– yöneltti.

SICAK KAYALAR

Gezegenin yaşını bulmaya yönelik ilk nesnel ve bilimsel girişimin Fransız doğabilimci ve jeolog Buffon Kontu Georges-Louis Leclerc tarafından gerçekleştirildiği söylenebilir. Yalnızca Georges-Louis Leclerc olarak doğan Buffon'a annesinden, Dijon yakınlarındaki Buffon kasabasının da içinde olduğu büyük bir miras kalmıştı. 25 yaşından sonra da Buffon adını benimsemişti. Yaptığı jeoloji deneyi, Isaac Newton'un *Principia*'da (*bkz.* 1. Bölüm) kuyrukluyıldızların –Newton bunlardan bazılarının Güneş'e düştüğünü görmüştü– soğuma hızı üzerine söylediklerine dayanıyordu. Buffon'a göre böyle çarpmalarla birtakım sıcak parçalar Güneş'ten kopup uzaya fırlıyor olmalıydı. Dünya da yaşamına yıldızının çevresinde dönen eriyik haldeki bir gezegen olarak başlamıştı. Zaman içinde giderek soğumuş, yüzey sıcaklığı yaşamın ortaya çıkabileceği bir düzeye kadar düşmüştü. Buffon, Dünya'nın soğuma sürecinin ne kadar sürdüğünü hesaplayabilirse, yaratıldığı tarihi de tahmin edebileceğini düşündü.

Sağda: 1739'da Paris'teki Jardin du Roi'nin (Kraliyet Bahçeleri) başına getirilen Buffon, burayı bir araştırma merkezine dönüştürdü ve Cuvier gibi takipçileri için zemin hazırlamış oldu.

Buffon'un kendi demirhanesi vardı. Orada Dünya'yı temsilen çapları 1 cm'den 15 cm'ye kadar değişen bir dizi demir gülle yaptırdı. Gülleleri ocağa koyup kızarıncaya kadar ısıttı. Sonra gülleleri ateşten alıp dokunulabilecek kadar soğumaları için geçen süreyi tuttu. Deneyini betimlediği bir yazıda "... yumuşak tenli 4-5 bayandan yardım aldım ... topları sırayla narin ellerinde tuttular ve bana duyumsadıkları sıcaklığı betimlediler," diye anlatmıştır. Buffon, birbirinden farklı büyüklükteki bir dizi topun soğuma sürelerini belirleyerek Dünya büyüklüğünde bir topun soğuma süresini hesapladı. Deneyini birkaç kez yineledikten sonra Dünya'nın yeryüzündeki yaşamın ortaya çıkmasına elverecek bir sıcaklığa düşmesi için 42.964 yıl geçmesi gerektiğini buldu. Sonunda günümüz sıcaklığına gelebilmesi için de yaratılışından o güne kadar toplam 75.000 yıl geçmesi gerektiği sonucuna ulaştı.

Bu gerçekten de köktenci bir sonuçtu. Böyle bir süre, dönemin ölçütlerine göre akıl almaz uzunluktaydı. Bu, aynı zamanda Paris Üniversitesi'nden teologları da öfkelendiren bir sayıydı. Buffon da bulduğu sonucu 1749'da yayımlarken dinsel metinlerle doğrudan karşı karşıya gelmemeye olabildiğince özen gösterdi. *Théorie de la Terre* (Bir Yer Kuramı) adlı bu çalışması, doğal yaşamı betimleyen ve 44 ciltlik anıtsal yapıtı *L'Histoire Naturelle*'nin (Doğa Tarihi) ilk bölümünü oluşturdu. Bu kitap dizisinde Dünya tümüyle yeni bir bakış açısıyla ele alınıyordu. Buffon, Dünya'nın ve onun üzerindeki yaşamın aslında bir tarihi olduğunu ve kendisinin –yaratılışın yedi gününe uygun bir metafor kurarak– bu tarihin yedi büyük çağını tanımladığını öne sürüyordu. Ama en önemlisi, türlerin zamanla ve dünyanın bir yanından başka bir yanına göçmesiyle değişebileceğini savunuyor oluşuydu. Buffon'un zaman üzerine yaptığı deneyler yalnızca bir başlangıç oldu.



Yukarıda: Buffon'un *Oeuvres completes* (Bütün Çalışmalar) adlı yapıtının 1829 baskısında yer alan bir çift kuş görülüyor.


LETTRES
PATTENT
DU RO
HISTOIRE
RELLE

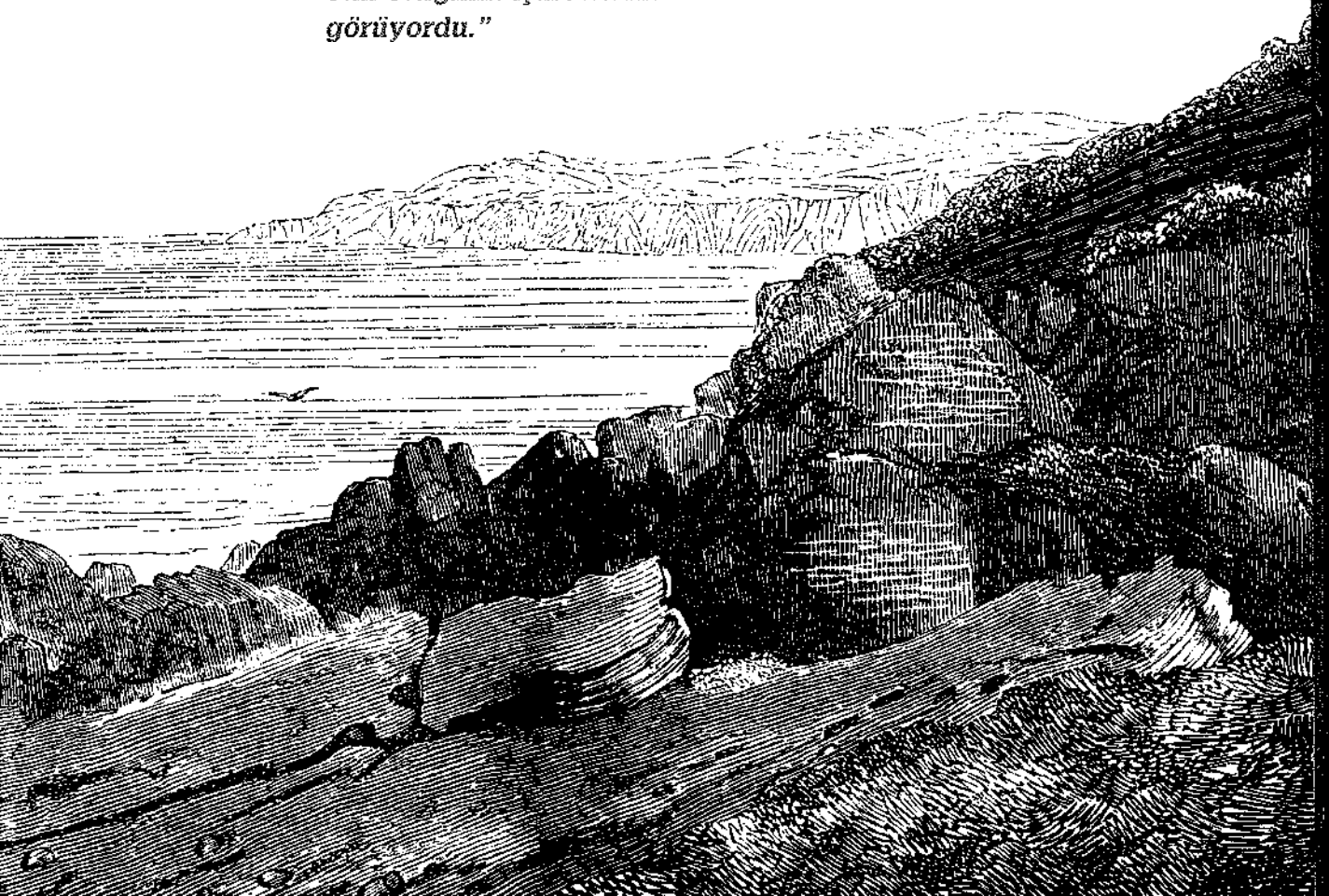
DERİN GEÇMİŞ

Dunbar'dan Berwickupon-Tweed'e doğru İskoçya'nın güneydoğu kıyıları boyunca bir gezintiye çıkar ve küçük sahil kasabası Cove'dan tekneyle denize açılırsanız, birkaç kilometre sonra Siccar Point kayalarının olağanüstü manzarasıyla karşılaşırsınız. 1788'de James Hutton, aklında yavaş yavaş şekillenmeye başlayan ama çok açık ve sarsıcı bazı sonuçlar doğurabilecek bir düşünceyi doğrulamak için böyle bir geziye çıkmıştı. Siccar Point'te yatay kırmızı kumtaşı tabakaları, grovak olarak bilinen çok daha eski ve dikine duran kaya tabakalarının üzerinde yer alır. Hutton'ın düşüncesine göre düşey tabakalar da tıpkı bütün tortul tabakalar gibi ilk başta derin deniz ortamında yatay olarak bulunuyordu. Ama Dünya'nın içindeki muazzam kuvvetler onları yavaş yavaş 90°lik bir eğime getirmişti. Üstteki daha yeni kumtaşı tabakalarıysa kıyı düzlüğünde deniz seviyesinin sürekli yükselip alçalması sürecindeki taşkınlar ve kurumalarla oluşmuştu. Hutton'a göre bu, jeolojik süreçlerin yavaş ve sürekli ama hep aynı şekilde işlediğini gösteren bir kanıttı. Bu kayalıklar, günümüzde artık Hutton Uyumsuzluğu olarak bilinir.



Bir tüccarın oğlu olan Hutton, hukuk çalışmasını bırakmış ve tıbba yönelmişti. Ama sonra onu da bırakıp kimyaya olan ilgisinin peşinden gitti ve başarılı bir iş adamı oldu. Kurumdan amonyum klorit elde etmeyi sağlayan bir süreci keşfetmesi onu varlıklı biri yaptı. Ayrıca kendisine bir çiftlik miras kaldı. Bu çiftlik sayesinde jeolojiye ilgisini uyandıran kırsal yaşamı benimsedi. İşinden elde ettiği gelir, yaşamının geri kalanında tutkusunun peşinden gitmesine, İngiltere ve İskoçya'ya geziler düzenleyip yeryüzü şekillerini gözlemesine ve aşamalı değişim kuramını oluşturmasına olanak sağladı. Yavaş ama istikrarlı bir erozyonu, yinelenen depremleri, kaya tabakalarının yükselişini gösteren işaretleri ve geçmişte sürekli tekrar etmiş yanardağ patlamalarının kanıtlarını gördü. Hutton baktığı her yerde, bugün gezegenimizde çok yavaş işleyen birtakım doğal kuvvetlerin işbaşında olduğunun ve aynı kuvvetlerin aslında her zaman etki ettiğinin işaretlerini görüyordu.

"Hutton baktığı her yerde, bugün gezegenimizde çok yavaş işleyen birtakım doğal kuvvetlerin işbaşında olduğunun ve aynı kuvvetlerin aslında her zaman etki ettiğinin işaretlerini görüyordu."



Aşağıda: Hutton'ın İskoçya'da Siccar Point'te keşfettiği hafif eğimli yüzey kayalarıyla alttaki düşey tabakalar arasındaki ani geçişi gözler önüne seren jeolojik "uyumsuzluk"u gösteren bir çizim görülüyor.



Charles Lyell
1797–1875

Birtakım olağanüstü afetlere –Kitab-ı Mukaddes'te ya da bir başka kaynakta yer alsın– gerek duymayan aşamalı değişim kuramı üniformitaryenizm (tekdüzecilik) olarak bilinir. Buna göre Dünya, o güne değin düşünülenden çok daha yaşlıydı. Hutton bunu, *Theory of the Earth* (Yer Kuramı) adlı kitabında şöyle dile getirmişti: "Ne bir başlangıcın olduğuna ilişkin herhangi bir işaret ne de bir sonun bulunduğuna yönelik bir olasılık göremiyoruz." Böylece ortam bir "düşünceler savaşı" için iyice kızışmış oldu.

Hutton'ın yapıtlarında kullandığı yazım tarzı neredeyse anlaşılmazdı. Ama çalışmaları, ölümünden birkaç yıl sonra arkadaşı John Playfair'in –Siccar Point yolculuğundaki yoldaşı– yazdığı bir kitap sayesinde büyük ilgi topladı. Ne var ki hukuk kariyerini terk eden bir başka İskoç, yeryüzü şekillerindeki aşamalı değişimi kesinlikle gösterinceye kadar üniformitaryen düşünce hem kıyametçilerce hem de Neptüncülerce şiddetle eleştirildi.

Tıpkı Hutton gibi Charles Lyell de ailesinin isteği doğrultusunda avukatlık eğitimi almıştı. Ama Oxford Üniversitesi'nde saygıdeğer William Buckland'dan etkilenerek jeolojiye yöneldi. Buckland, Tanrı'nın yarattığı her şeyden yemeyi yaşam amaçlarından biri olarak benimsemiş ve öğrencilerine çay konusunda garip tatlar önermesiyle ürpertici bir ün yapmış, tuhaf bir öğretim görevlisiydi. Buckland, Cuvier yanlısı aşırı bir kıyametçiydi. Yorkshire'a yaptığı bir gezide çamurla kaplı bir mağara olarak yorumladığı bir yerde sırtlan fosilleri bulduğunda Tufan'ın kanıtlarını bulduğunu düşünmeye başlamıştı. Tam da o sıralarda Lyell, Hutton'ın üniformitaryenizm düşüncesiyle tanıştı ve onun aslında kendi düşünceleriyle ne kadar uyumlu olduğunu gördü. Yirmi yaşında bir öğrenci olarak ailesiyle birlikte 1818 yazında yaptığı Avrupa turu da onda yeryüzü şekillerini incelemeye yönelik bir arzu uyandırdı. Lyell avukatlığa hak kazandı ve hatta kısa bir süre de yaptı. Ama görme sorunları yüzünden, büyük olasılıkla hiçbir üzüntü de duymadan, evrak işlerinin yoğun olduğu kariyerini bırakmak zorunda kaldı. Bir yandan jeoloji tutkusunun peşinden koşarken bir yandan da geçimini sağlamak için makaleler ve eleştiri yazıları yazmaya başladı. Lyell yeryüzü şekilleri üzerine çalıştıkça Hutton'ın aşamalı değişim yaklaşımına daha çok ikna oluyordu. 1828'de İtalya'ya yaptığı uzun bir inceleme gezisi sırasında düşüncelerini destekleyecek sarsıcı iki kanıt buldu.

Napoli yakınlarındaki Pozzuoli'de bulunan Roma harabeleri etkileyicidir; ama Dünya'nın değişim içinde olduğuna ilişkin gözler önüne serdikleriyle daha da etkileyici olmuşlardır. Lyell, Serapis Tapınağı'nda dikili duran üç sütun gördü. Bunların üst bölümlerinde koyu renkli birer şerit vardı. Yakından incelediğinde Lyell, bunların deniz yumuşakçalarının aşındırmasıyla oluştuğunu fark etti. Durumun tek olası açıklaması, tapınağın yapımından sonra denizin yükselmiş –ya da karanın alçalmış– olması, minik su canlıları kalıcı izler bırakacak denli uzun bir süre de öyle kalmış olması ve karanın bir süre sonra yeniden yükselmiş olmasıydı. Üstelik bütün bu süreç çok yavaş gerçekleşmiş olmalıydı –ya da sütunlar bir şekilde tepe taklak olmuş sonra da düzelmiş olmalıydı. Bu, aşamalı jeolojik değişimi destekleyen güçlü bir kanıttı. Ama Lyell'ın Sicilya'da görkemli Etna Yanardağı'nda gördükleri daha da sarsıcıydı. Dağı boydan boya dikkatlice inceleyen Lyell, onun art arda gelen lav akıntılarının üst üste birikmesiyle oluştuğunu gördü. Böylesine yüksek bir dağın katman katman oluşabilmesi için de aşırı uzun bir

sürenin geçmesi gerektiğini fark etti. Lyell, Dünya'nın ölçülemeyecek denli yaşlı olduğunu, bugün işbaşında olan kuvvetlerin de aslında geçmişin derinliklerinden beri hep etkin olduğunu anladı.

Lyell'ın, kapak resmi Serapis Tapınağı olan *Principles of Geology* (Jeolojinin İlkeleri) adlı üç ciltlik kitabı 1830-1833 arasında yayımlandı. Lyell, kitabında katastrofistlerin kaya kanıtlarını yorumlayışlarını avukatlıktan gelen güçlü tartışma yeteneğiyle çürüttü. Derin geçmiş kavramı çok etkili oldu. Öyle ki ozan Alfred Lord Tennyson, yakın bir arkadaşının ölümü üzerine *In Memoriam* (Anısına) adlı şiirini yazarken ondan esinlendi [Şiir çevirisi: Müge Karalom]:

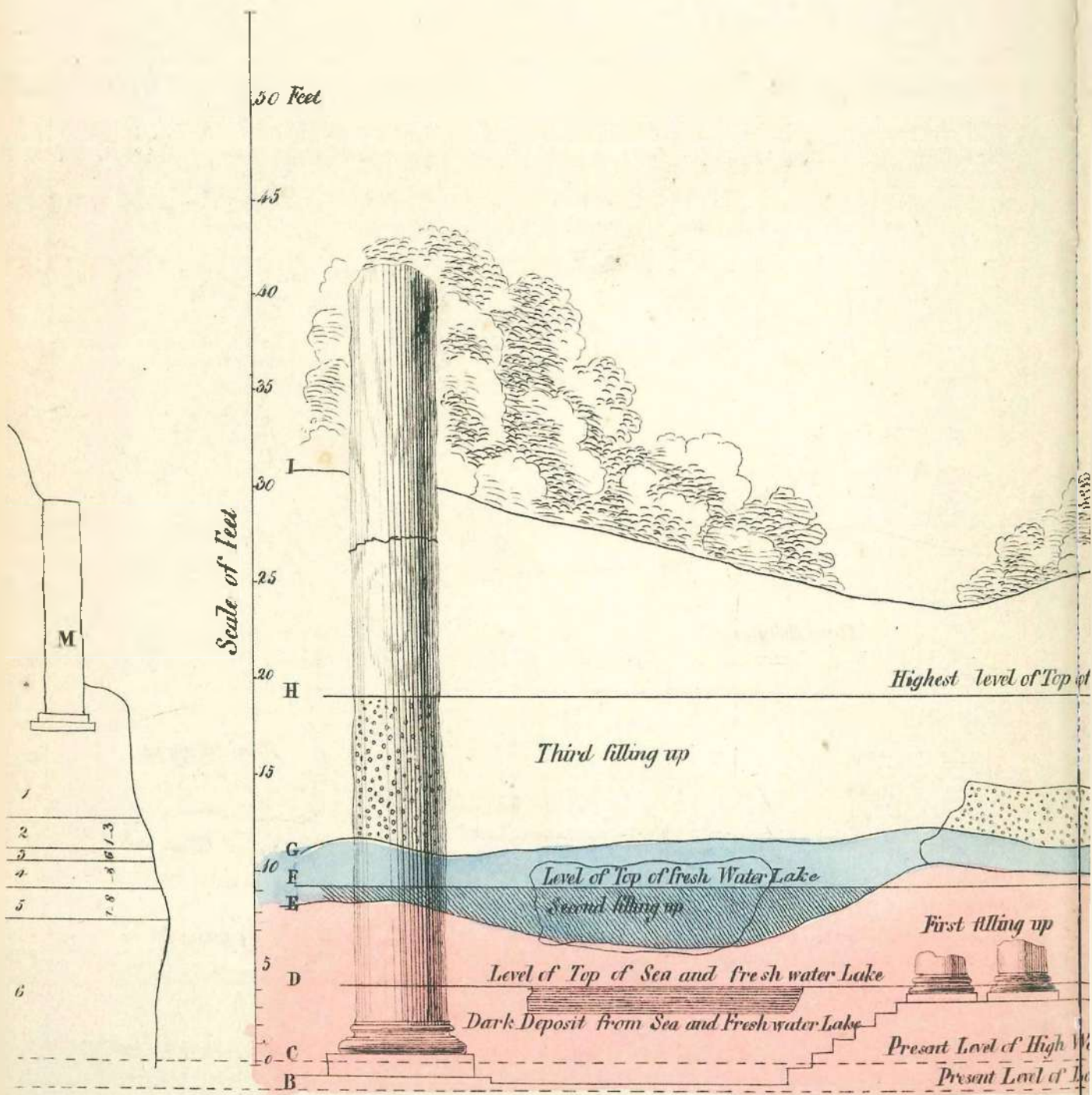
"Ağaç biten yer dönmüş deniz dibine.
Ah dünya, neler gördün geçirdin sen!
Uzun caddenin gürültüsünün yerinde
Denizin ortasındaki dinginlik varmış."

Tennyson'ın dizeleri belirgin bir yönü ve amacı olmayan ebedi bir gezegeni çağrıştırıyordu. Lyell'ın, kavranabilmesi için uğraştığı böylesine büyük jeolojik zaman dilimleri, aslında yeryüzündeki yaşamın da aşamalı olarak değişmesine olanak sağlıyor olabilirdi. Evrim düşüncesi ortalıkta dolaşmaya başlamıştı.

Sonraki sayfa: 1830'lu yıllarda Serapis Tapınağı bir başka ünlü bilim insanının, matematikçi Charles Babbage'ın da ilgisini çekmişti. Babbage orada bir süre kalmış ve tapınağın resimlerini yapmıştı.

ETNA YANARDAĞI

Etna'dayken Charles Lyell, dağın arka arkaya akmış lav tabakalarının üst üste birikmesiyle yükselmiş olduğunu gördü. Her biri en çok bir ya da iki kilometre genişlikteki yüz dolayında akıntının dağın tamamını ancak bir akıntı derinliği kadar yükseltebildiğini fark etti. Bu hızla dağın bugünkü halini alabilmesi için on binlerce kez püskürmüş olması gerekiyordu. Etna'nın yükseldiği 3.300 m'yi geçiyordu ve ancak birkaç yılda bir büyükçe bir patlama oluyordu. Daha da sarsıcı olan şey, Lyell'ın iki lav tabakası arasında istiridye fosillerinin bulunduğu 7 metre kalınlığında bir katman görmüş olmasıydı. Bu kalınlıkta bir katmanın oluşabilmesi için iki lav akıntısı arasında da çok uzun bir süre geçmiş olmalıydı. Yani dağ gerçekte herhangi birinin kavrayabileceğinden çok daha yaşlıydı. Daha da ilginç fosiller genç kayalardan bazılarında bulunuyordu. Öyleyse soyu tükenmiş hayvanların üzerinde gezindiği daha yaşlı kaya tabakaları kaç yaşındaydılar? Bu güzel ve yalın akıl yürütmeyle Lyell, Dünya'nın tahmin edilemeyecek denli yaşlı olduğu sonucuna vardı.

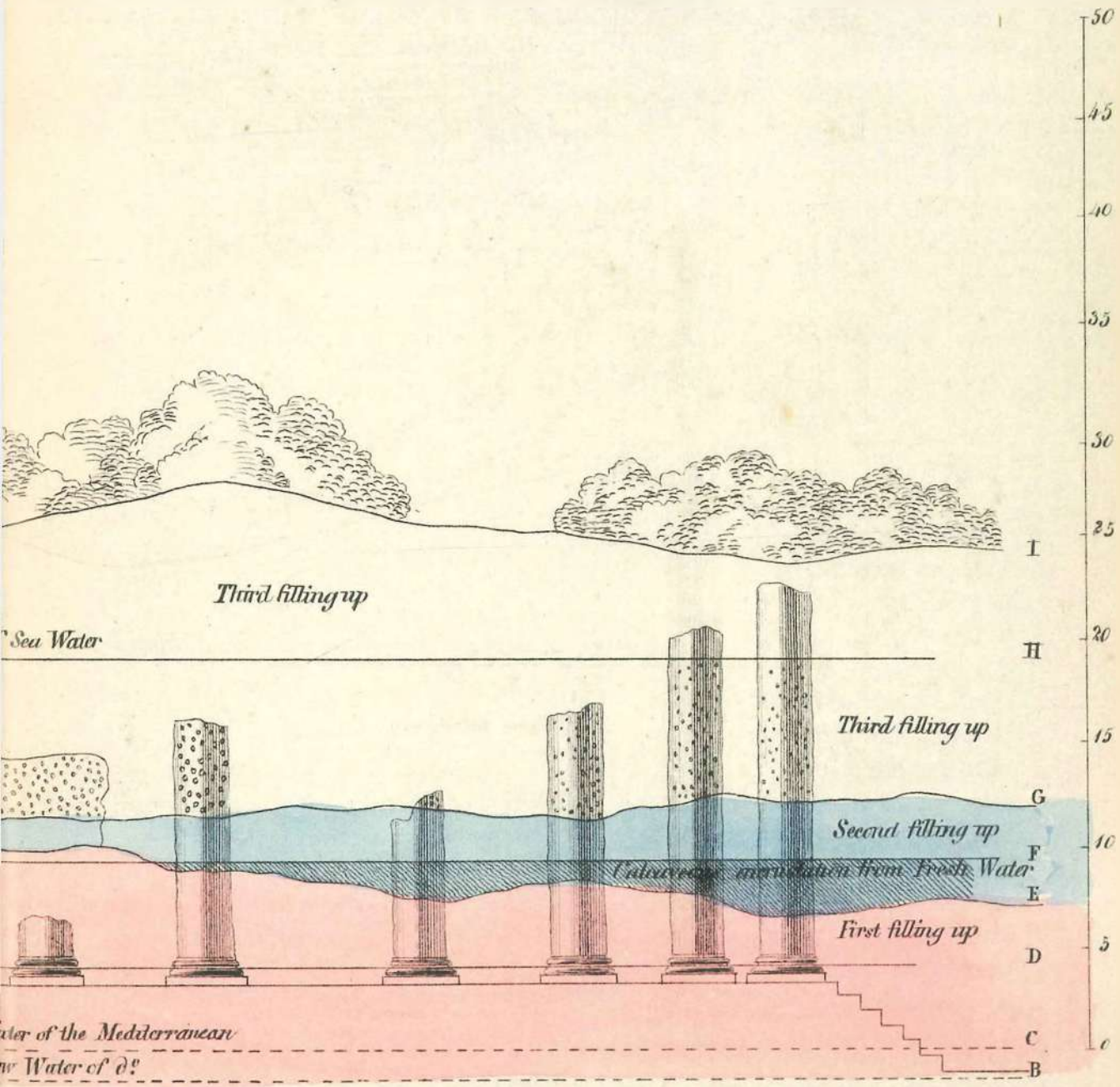

50 Feet
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
Scale of Feet
L
H
G
E
E
D
C
B
M
1
2
3
4
5
6
Highest level of Top of
Third filling up
Level of Top of fresh Water Lake
Second filling up
First filling up
Level of Top of Sea and fresh water Lake
Dark Deposit from Sea and Fresh water Lake
Present Level of High W
Present Level of L

Section of the

TEMPLE OF JUPITER SERAPIS,

Shewing the Successive Changes it has undergone.

1828



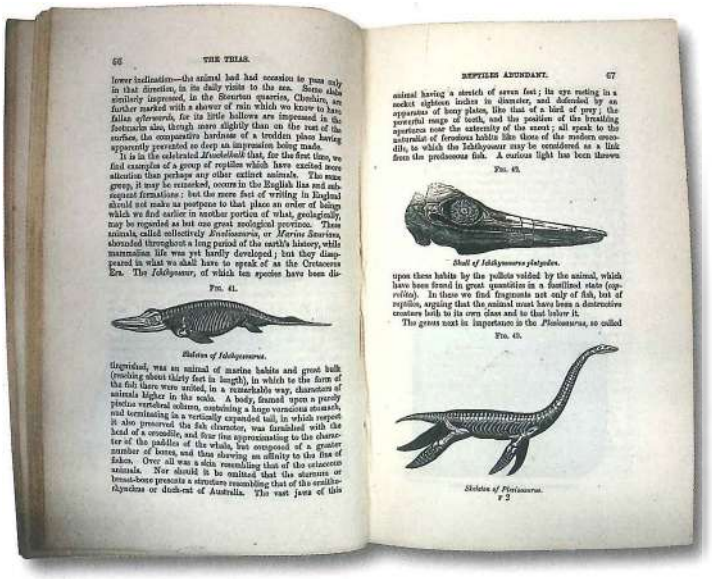
İLERLEMENİN KALINTILARI

Viktorya döneminin başlarında İngiliz toplumu şaşırtıcı bir dönüşüm geçirdi. Yirmi yıl içinde ülkenin her yanına 10.000 km'yi aşan demiryolu yapıldı. Kentler arası yolculukların süresi günlerden saatlere indi ve ucuz mallar geniş kitlelere ulaştırıldı. Her yerde fabrika kasabaları türedi ve endüstri üretiminin programıyla uyumlu yeni bir günlük yaşam tarzı yerleşti. 19. yüzyılın ilerleme kavramı neredeyse dokunulabilecek kadar somuttu. Mütevazı kökleri olan fabrika patronları artık malikâne sahibi, mağrur kişiler olmuş hatta parlamentoya girmişlerdi. Halkının çalışkanlığı ve becerikliliği sayesinde Britanya kendisini dünyanın lider endüstri gücüne dönüştürmüştü.

İlerlemenin egemen olduğu bu dünyada, canlılara ilişkin yeni ve radikal bir kuram gibi daha başka şeyler de ortaya çıkıyordu. Bu kurama göre değişme yeteneği olan yalnızca toplumlar değildi; bitkiler, hayvanlar ve doğanın tamamı –içinde insanın da olduğu– değişebiliyordu. 1844'te, buharla çalışan baskı makinelerinin birinden küçük bir kitap çıkıverdi ve en çok satılanlardan biri oldu. Aynı zamanda Viktorya dönemi toplumunda bir fırtınanın kopmasına da yol açtı. *Vestiges of the Natural History of Creation* (Yaratılışın Doğa Tarihinin Kalıntıları) adlı yapıtta jeolojideki aşamalı değişim, fosil kayıtlarındaki soy tükenme bilmecesiyle ve giderek arttığı görülen doğadaki canlı çeşitliliğiyle birlikte ele alınıyor ve bir kozmik dönüşüm kuramı ortaya atılıyordu. Kitabın çok yönlü bir yaklaşımı vardı: Güneş Sistemi'nin oluşumu, kütleçekim kuvveti etkisi altındaki küçük parçacıkların bir araya gelerek gezegenleri oluşturduğunu anlatan "bulutsu hipotezi"ne göre betimleniyordu. Sonra yaşamın kendiliğinden ortaya çıktığı söyleniyordu. Fosillerin de giderek daha karmaşık ve üstün yaşam biçimlerine aşamalı olarak geçtiğini –böceklerden sonra balıkların, sonra sürüngenlerin ve sonra da memelilerin ortaya çıktığını– gösteren kanıtlar olduğu ileri sürülüyordu.

Aşağıda: *Vestiges*'de doğa ve fosiller, ağır işleyen dönüşüm sürecine örnek olarak gösteriliyordu.

"Vestiges'de balıkların, kuşların ve diğer bütün hayvanların içinde yer aldığı evrimin insanda doruğa ulaştığı ileri sürülüyordu. Hatta daha da ileri gidilerek bunların zamanın sınırsızlığı içinde oluştuğu ve bu nedenle gezegeni ve bütün canlıları yarattığına inanılan bir yaratıcıya gerek olmadığı söyleniyordu."


66 THE TRIAS.

fewer inclination—the animal had had occasion to pass only in that direction, in its daily visits to the sea. Some slabs similarly impressed, in the Stourton quarries, Cheshire, are further marked with a shower of rain which we know to have fallen *afterwards*, for its little hollows are impressed in the footmarks also, though more slightly than on the rest of the surface, the comparative hardness of a trodden place having apparently prevented so deep an impression being made.

It is in the celebrated *Muschelkalk* that, for the first time, we find examples of a group of reptiles which have excited more attention than perhaps any other extinct animals. The same group, it may be remarked, occurs in the English lias and subsequent formations: but the mere fact of writing in England should not make us postpone to that place an order of beings which we find earlier in another portion of what, geologically, may be regarded as but one great zoological province. These animals, called collectively *Enaliosauria*, or *Marine Saurians*, abounded throughout a long period of the earth's history, while mammalian life was yet hardly developed; but they disappeared in what we shall have to speak of as the Cretaceous Era. The *Ichthyosaur*, of which ten species have been dis-

FIG. 41.

Skeleton of Ichthyosaurus.

tinguished, was an animal of marine habits and great bulk (reaching about thirty feet in length), in which to the form of the fish there were united, in a remarkable way, characters of animals higher in the scale. A body, formed upon a purely piscine vertebral column, containing a huge voracious stomach, and terminating in a vertically expanded tail, in which respect it also preserved the fish character, was furnished with the head of a crocodile, and four fins approximating to the character of the paddles of the whale, but composed of a greater number of bones, and thus showing an affinity to the fins of fishes. Over all was a skin resembling that of the cetaceous animals. Nor should it be omitted that the sternum or breast-bone presents a structure resembling that of the ornithorhynchus or duck-rat of Australia. The vast jaws of this

REPTILES ABUNDANT. 67

animal having a stretch of seven feet; its eye resting in a socket eighteen inches in diameter, and defended by an apparatus of bony plates, like that of a bird of prey; the powerful range of teeth, and the position of the breathing aperture near the extremity of the snout; all speak to the naturalist of ferocious habits like those of the modern crocodile, to which the Ichthyosaur may be considered as a link from the predaceous fish. A curious light has been thrown

FIG. 42.

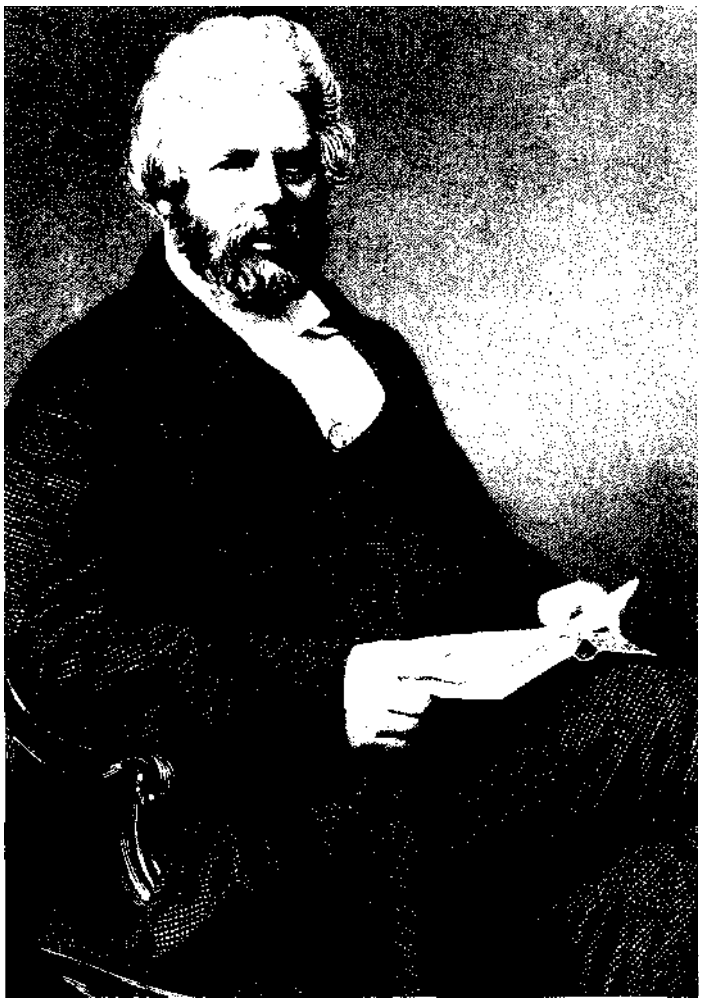
Skull of Ichthyosaurus platyodon.

upon these habits by the pellets voided by the animal, which have been found in great quantities in a fossilised state (coprolites). In these we find fragments not only of fish, but of reptiles, arguing that the animal must have been a destructive creature both to its own class and to that below it.

The genus next in importance to the *Plesiosaurus*, so called

FIG. 43.

Skeleton of Plesiosaurus.
P 2



Yukarıda: Robert Chambers 1802-1871.
Etkili bir yayıncı olan Chambers'ın canlıların tarihine ilişkin açıkça ortaya koyduğu görüşleri nedeniyle *Vestiges*'in yazarı olduğundan kuşkulanılmıştı. Bu kuşkunun yerinde olduğu 1884'te yapılan 12. baskıda yer alan resmi açıklamayla anlaşıldı.

Ama bu daha başlangıçtı. *Vestiges*'de balıkların, kuşların ve öteki bütün hayvanların içinde yer aldığı evrimin insanda (daha kesin konuşmak gerekirse Avrupalı beyaz insanda) doruğa ulaştığı ileri sürülüyordu. Hatta daha da ileri gidilerek bunların zamanın sınırsızlığı içinde oluştuğu ve bunun için de gezegeni ve bütün canlıları yarattığına inanılan Tanrı benzeri bir yaratıcıya gerek olmadığı söyleniyordu. Onun yerine Tanrı'nın en başta bir "doğa yasası" koyduğu, sonra onun evrimsel bir gelişim izlediği denmeye getiriliyordu. Kitabın ilk baskısı birkaç günde tükendi. İlk yorumlar da olumluydu. Hatta öğleden sonraları Prens Albert tarafından Kraliçe Victoria'ya bile okunuyordu. Ama beklendiği gibi bir süre sonra kitap, bir yandan içindeki bilimsel bilginin eksikliğini ileri süren bilim insanlarının bir yandan da insanın daha düşük yaşam biçimlerinden geldiğini ileri süren din karşıtı görüşler nedeniyle rahatsız olan dindarların ağır eleştirilerine uğradı. Belki bu nedenle de kitabın yazarının anonim oluşu kimseyi şaşırtmamıştır.

Birçok başka eserin yanı sıra, dünyaca ünlü *Chambers Encyclopedia*'yı (Chambers Ansiklopedisi) yayımlamış, Edinburgh'daki çok başarılı bir yayınevinin sahibi iki kardeşten biri olan Robert Chambers'ın *Vestiges*'in yazarı olduğu, onun 1871'de ölümünden sonra doğrulandı. Her iki kardeş de el ve ayaklarında on iki parmakla doğmuştu. Bu nedenle ikisi de çocukken ameliyat olmuşlardı. Kardeşinin ameliyatı başarılı geçmişti ama Robert sakat kalmıştı. Bu da onun kitapların dünyasına girmesine yol açtı. Lyell'ın *Principles*'ının yayımlanmasından sonraki yılların entelektüel atmosferinde bir jeoloji tutkunu oldu. *Vestiges*'i de yaratılış öyküsüyle doğabilimi ilişkilendiren ilk gerçek girişim olarak görüyordu. Ama onun yaptığı şey, sorulacak doğru sorunun ne olduğunu –Buraya nasıl geldik?– bulmaya yönelik belki de ilk gerçek girişimdi.



UZUN BOYUNLAR



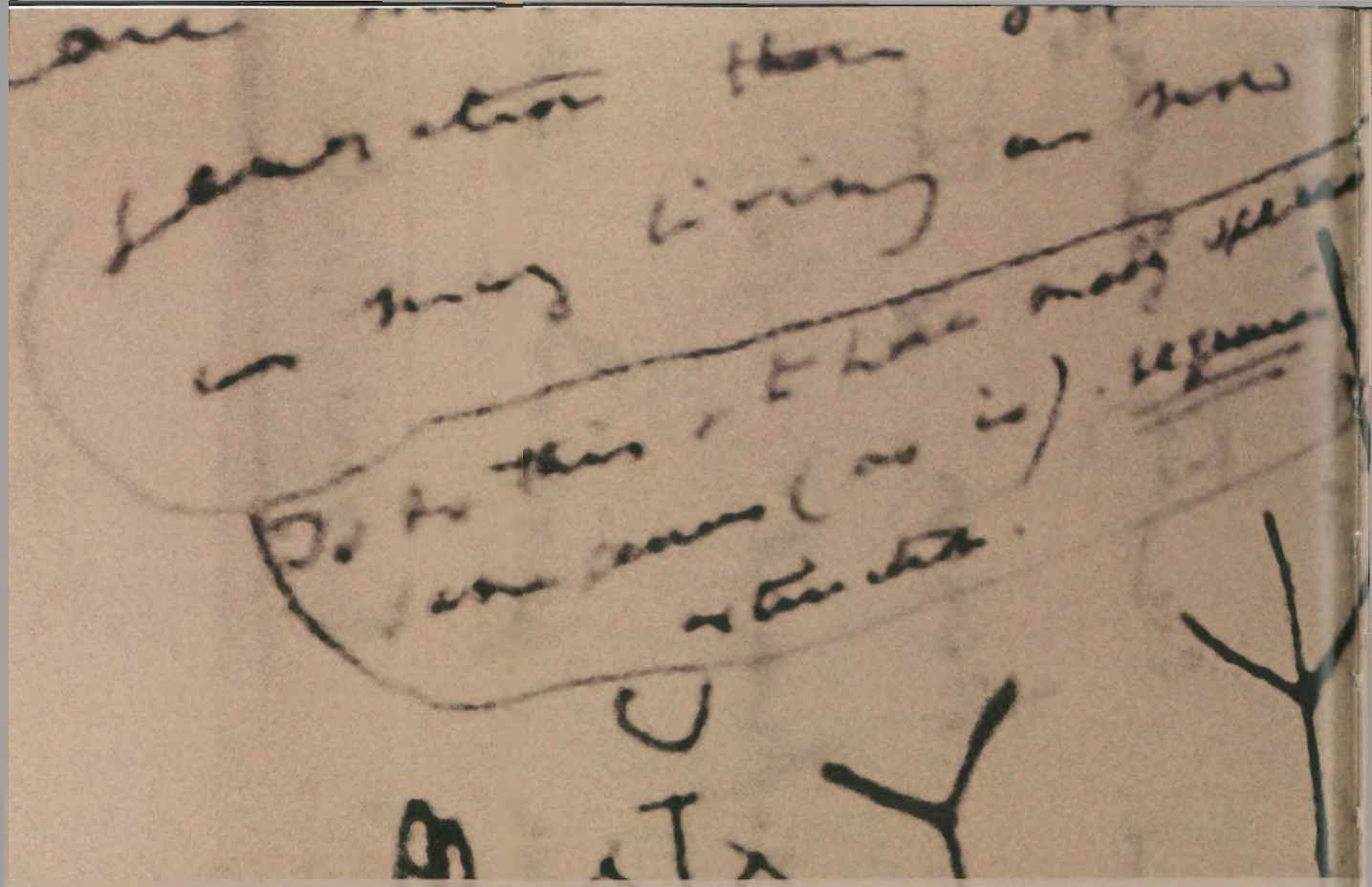
Jean-Baptiste Lamarck
1744–1829

Charles Darwin, *Vestiges*'i okuduğunda yazar için "Jeoloji bilgisini kötü buldum, zooloji bilgisiniyse daha da kötü," diye yazmıştı. Kitaba yönelik ardı arkası kesilmeyen –aslında kitabın satışını da artıran– hakaretler Darwin'in kendi evrim kuramını 1858'de halka sunmasından önce 20 yıl duraksamasına yol açan etmenlerden biriydi. Dayanaksız görüşler ileri sürdüğü suçlamasıyla karşı karşıya kalmamak için Darwin, görüşlerinin titizce derlenmiş açık kanıtlarla desteklendiğinin anlaşılmasını sağlamaya kararlıydı. *Vestiges*'in büyük evrim sorusunu halkın gündemine başarıyla soktuğunu ve gerçekte bunun kendi kuramının kabulü için bir zemin oluşturduğunu da görüyordu.

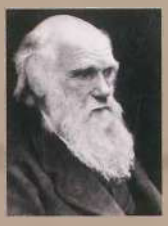
Evrim yeni bir düşünce değildi. Chambers'tan yıllarca önce Buffon, hayvanların daha önce yaşamış hayvanlardan evrim geçirerek geldiğini ortaya atmıştı. Darwin'in büyük babası Erasmus da bu kavramı bir şiirinde ölümsüzleştirmiş ve ona *Zoonomia* adlı iki ciltlik dev eserinde yer vermişti. *Zoonomia*'da ileri sürülen savlar –Tanrı'nın yarattığı canlıların kendi gelişimlerini sağlayacak şekilde tasarlandığı– toplumda egemen olan "daha iyiye doğru ilerleme" hakkındaki ahlaki görüşlerle de uyuşuyordu. Benzer fikirler, bir zamanlar Paris'teki Jardin du Roi'nin bitki koleksiyonunun yöneticisi olan Fransız doğabilimci Jean-Baptiste Lamarck tarafından da bilimsel bir olgu olarak dile getirilmiş ve geliştirilmişti. Lamarck'ın kuramı "kazanılmış özelliklerin kalıtımı" olarak biliniyordu. Onu açıklamak için en sık başvurulan örnek, Lamarck'ın daha kısa boyunlu bir hayvandan türediğini ileri sürdüğü zürafalara ilişkin olandı. Bazı "önzürafalar" ağaçların üst kısımlarındaki yapraklara erişebilmek için boyunlarını esneterek uzatabildiklerini fark etmişti. Lamarck bu değişim yeteneğinin her nasılsa yavrulara aktarıldığını, yavruların da boyunlarını uzattığını ve onların da bu yeteneği sonraki kuşağa aktardığını düşünüyordu. Böylece yavaş işleyen, aşamalı bir değişim yaşanıyordu. Bu kuram bir süre sonra Lamarkçılık olarak bilinmeye başladı. Ama türlerin değişmediğinin savunucularından Georges Cuvier'nin bu kuramın Fransız akademi çevrelerince tutulmadığını göstermesiyle saygınlığı sarsıldı.

Lamarck en azından türlerin birbirlerine nasıl dönüştüğünü açıklayan bir çeşit mekanizma ortaya atmıştı. Zaten çözülmesi gereken de aslında bu bilmeceydi. Eğer fosillerin gösterdiği gibi bazı türlerin soyu tükenirken yeni yaşam biçimleri daha karmaşık yapılar halinde ortaya çıkıyorsa, böyle bir şeyin olmasına hangi "neden" yol açıyor olabilirdi? Bu soruya yanıt bulan kişi kuşkusuz Charles Darwin olmuştu; ama neden o olmuştu ve neden yanıtı o zaman bulmuştu? Darwin varlıklı bir aileden geliyordu ve para kazanmak yerine, ilgilendiği konular üzerinde çalışmak için zamanı hep olmuştu. Kuzeni ve aynı zamanda zengin sanayici Josiah Wedgwood'un kızı Emma ile evlenerek durumunu daha da pekiştirmişti. Edinburgh'daki tıp eğitiminden hiç hoşlanmayınca rahiplik eğitimi almaya Cambridge'e gitmiş; ama gitmeden önce bir süre doğa tarihiyle ilgilenmişti. Cambridge'de de bir botanik profesörünün arkadaşlığı sayesinde asıl olarak doğa tarihi ve jeoloji üzerine çalışmayı sürdürdü. Bu nedenle bir süre sonra kendini dünyanın çevresinde beş yıl sürecek bir gemi yolculuğunda "doğabilimci" olarak buluverdi. Yolculuğun asıl amacı Güney Amerika kıyılarını araştırmaktı. *HMS Beagle* adlı gemiyle Aralık 1831'de denize açıldı. Sonraki olağanüstü beş yıl boyunca Darwin doğada gördüğü her şeyin çizimini yaptı ve onlar hakkında sürekli not tuttu. Yanına Lyell'ın *Principles*'ının ilk cildini almış ve ikinci cildin de kendisine gönderilmesini sağlamıştı. "Derin geçmiş" kavramının ve onun yol açtıklarının Darwin üzerinde büyük etkileri oldu.

Solda: 18. yüzyıldan bu yana zürafalar, yaşamın çeşitliliğini açıklama çabasının simgelerinden biri olmuştur.

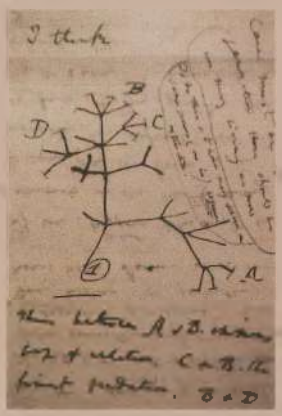


VAR OLMA MÜCADELESİ



Charles Darwin
1809–1882

Dünya'nın çevresindeki yolculuğu sırasında Darwin, yüz yılı aşkın bir süre önce Hans Sloane'ı etkileyen türlerin çeşitliliği karşısında aynı merak duygusuna kapıldı. Şili'de depremi yaşarken de Dünya'nın jeolojik değişiklikleri gerçekleştirme gücüne tanıklık etti. Notlarını büyük bir titizlikle tutuyor ve gördüklerinden sonuç çıkarırken de çok dikkatli davranıyordu. Döndükten sonraki iki yıl boyunca "türlerin dönüşmesi"ne ilişkin düşüncelerini bir düzene koymakla uğraştı. Özellikle 1837'de tuttuğu bir defterinde tek ortak atadan çıkan yaşam ağacının (yanına "Sanırım" diye not düşmüştür) ilkel bir halinin çizimi yer alır. Her şey gibi onun düşünceleri de içinde yaşadığı dönem tarafından şekillendiriliyordu. Viktorya dönemi İngiltere'sinde sanayi ve ticaret rekabet üzerine kuruluydu; başarılı girişimler sahiplerini zengin ediyordu. Ürünleri yeterince iyi ya da ucuz olmayanlar iflas ediyor ya da küçülüyorlardı. Kapitalizmin Viktorya döneminde görüldüğü kadarıyla mutlak başarısı, aslında hayatta kalma mücadelesinin yaşamın bir parçası olduğunu gösteriyordu. O ilk yıllarda Darwin, "oyalanmak için" okuduğu Thomas Malthus'un nüfus ilkesi üzerine yazdığı eserinden de derinden etkilenmişti. Malthus, yiyecek arzının artan bir nüfusa hiçbir zaman ayak uyduramayacağını ileri sürüyordu. Ona göre savaş, kıtlık, hastalık ve yoksulluk her zaman en zayıf olanların zayıflamasına ve çökmesine yol açıyor ve hayatta kalma mücadelesini de kaybetmeleriyle sonuçlanıyordu. Politikacılar Malthus'un mantığını çalışan sınıfları destekleyenlere karşı kullanıyor, tersi durumda Britanya toplumunun denetimden çıkacağını savunuyorlardı. Kendisinin de sonradan yazdığı gibi,



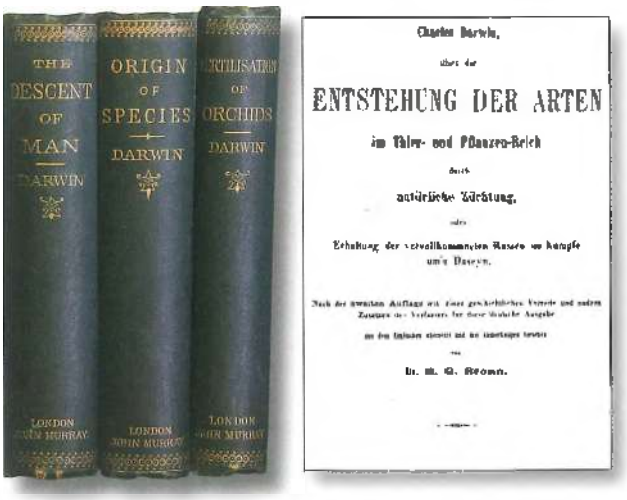
Üstte: Darwin'in "yaşam ağacı"nın orijinal çizimi görülüyor. Birçok destekçisinin tersine Darwin, türler arasında hiyerarşik bir yapı kurma hatasına düşmemişti.

Darwin'in yaptığı aslında Malthus'un nüfus artışının sınırlarına yönelik düşüncelerini alıp doğaya uygulamaktı. Var olma mücadelesi içindeyken üstün bir özellik taşımanın türün devamına ya da soyunun tükenmesine nasıl yol açacağını hemen fark etmişti.

Darwin yirmi yılını, kuramını oluşturan öğeleri destekleyecek kesin kanıtları biriktirmekle geçirdi. *Vestiges*'in etrafında kopan velveleyi görerek daha da ihtiyatlı davrandı. Burada Viktorya dönemi toplumu bir kez daha onun gelişimini şekillendirmiştir. 1840'lı yıllarda doğabilim çok popüler bir uğraşı olmuştu. Demiryolları sayesinde daha çok insan deniz kenarındaki dinlence yerlerine gidebiliyor, böylece doğayla ilgilenmenin keyfine varan insan sayısı da artıyordu. Doğadan bitki ve hayvan toplamaya ilişkin de sürekli yeni kitaplar basılıyordu. Amatör doğabilimcilerin sayısında büyük bir artış olmuştu. Bu sayede Darwin veri toplamaya başlarken mektuplaştığı çok sayıda kişiden oluşan bir ağ kurdu. Ailesiyle birlikte Kent'teki Down House'a yerleşmesi ve sağlığının sık sık bozulması yüzünden Darwin giderek yalnızlaştı. Bununla birlikte çalışma yaşamı boyunca bilgi ve örnek alışverişi yaptığı kişilere binlerce mektup yazdı. Uniform Penny Posta Sistemi'nin kurulması bu yazışmalarını daha da kolaylaştırmıştır. Ağının menzili çok genişlemiş, küreselleşmişti –Darwin'e, Britanya İmparatorluğu'ndaki çeşitli ülkelerden örnekler geliyordu. Böylece dünyanın en uzak köşeleri bile ona yakındı. Darwin, bitkiler üzerinde evinde deneyler yaptı, kaya midyeleri üzerine yıllarca çalıştı ve büyük önem taşıyan hayvan üretmeyi iyice öğrendi. Çok sayıda güvercin yetiştirdi. Yetiştiricilerin safkan hayvanlarındaki birtakım özel nitelikleri geliştirmek için ya da yeni kedi, köpek, inek, at, bitki ve güvercin cinsleri oluşturmak için yaptıkları seçimlerin etkilerini araştırdı.

DOĞAL SEÇİLİM

Darwin'in "doğal seçilim yoluyla evrim kuramı" aslında, insanların seçici yetiştirmeyle –üremelerini istedikleri hayvanları özenle seçerek– yapılabildiğini gösterdiği şeyi, doğanın, zamanın enginliğinde şansla başardığını gösteren, özenle hazırlanmış bir kanıtlamaydı. Bütün canlılar sınırlı miktardaki yiyecek ve yaşam alanının yanı sıra, üremek için de birbirleriyle rekabet halindeydi. Bütün yavruların ebeveyninden küçük de olsa birtakım farklı yanları oluyordu. Zaman zaman şans eseri gerçekleşen bireysel bir değişim var olma mücadelesinde bir üstünlük sağlıyordu. Örneğin bir zürafanın biraz daha uzun olan boynu, verimsiz geçen bir yıl boyunca yiyeceğe erişmek için bir üstünlük haline geliyordu. Hayatta kalma mücadelesindeki başarı, bu değişimi taşıyan bireyin daha çok yavru yapacağı anlamına geliyordu. O yavrular da aynı üstün özellikle üreyecek ve böylece çok çok uzun bir zaman diliminde o üstün özelliği taşıyan bireylerin sayısı aşamalı olarak artacaktı. Daha çok sayıda başarılı değişim ve daha uzun zaman dilimleri altsoyların atalarından öylesine farklılaşmasına yol açardı ki artık yeni bir türe dönüşmüş olurlardı –yani çiftleşmeleri sonucunda kısır olmayan bir yavru dünyaya getiremezlerdi. Hayatta kalma mücadelesinde bir üstünlüğü olmayanlar (kısa boylu zürafalar) için de sonuçlar tam ters yönde olurdu: Sayıları giderek azalır ve sonunda tükenirlerdi. Hepsinden önemlisi, bütün bu aşamalı ve şaşırtıcı sürecin işlemesine olanak veren şey, jeolojik zaman dilimlerinin çok büyük oluşuydu.



Rahat yaşamında Darwin bile rekabetten kaçamamıştı. Yazıştığı kişilerden biri olan Malezya'daki Alfred Russel Wallace'tan aldığı bir mektuptan sonra kuramını bir an önce yazmak zorunda kalmıştı. Çünkü Wallace da Darwin'den bağımsız olarak doğal seçilim mekanizmasını keşfetmişti. Arkadaşlarıyla ve aralarında Lyell'ın da bulunduğu akıl hocalarıyla yaptığı görüşmelerden sonra Darwin ve Wallace'ın keşfi Temmuz 1885'te aynı toplantıda duyuruldu. Bu özel durum kimsenin dikkatini çekmedi. Sonraki bir yıl boyunca Darwin, 25 yıllık çalışmasını ayrıntılı olarak yazdı. *Origin of Species* (Türlerin Kökeni) Kasım 1859'da yayımlandı ve hemen çok satılan kitaplardan biri oldu. Bu yapıt hâlâ dikkatlice seçilmiş kesin kanıtlarla, titizlikle hazırlanmış ve kaçınılmaz olarak çok açıklayıcı bir kurama götüren bilimsel bir görüşün gelmiş geçmiş en güzel sunumlarından biridir.

Solda: *Origin of Species* kısa sürede uluslararası düzeyde çok satılan bir kitap olmuştur. Ama başka dillerde yapılan baskılarında, çevirmenlerin kendi görüş ve eğilimlerini çeviriye katmasından kaynaklanan bazı sorunlar yaşanmıştır.

DARWIN'İN ÖTESİ

Doğal seçilim yoluyla evrim kuramı, yayımlandığından bu yana geçen 150 yıl boyunca kuşkusuz çok tartışılmıştır. En başından beri merkezinde kaçınılmaz olarak insanın, insansı maymunların daha ilkel türlerinden geliyor olmasının, yer aldığı kuramın dinsel

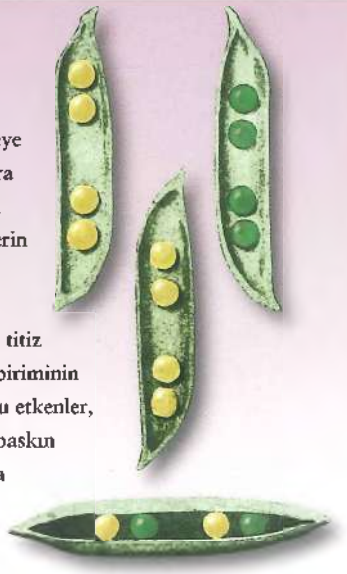
"Kalıtım sorusunun yanıtını, kimsenin tanımadığı Avusturyalı keşiş Gregor Mendel bulmuştu."

inanışlar üzerindeki etkileri konusunda çok ateşli tartışmalar yaşanmıştır. Darwinciliğin toplumdaki algılanışı da farklı görüşleri savunan bazı ekonomistler ile politikacılar üzerinden yerleşmiştir. Gerçekte Darwin'in hiç kullanmadığı "güçlü olanın hayatta kalması" ifadesi Batı kapitalizminin uç uygulamalarını veya komünist toplumun ortaya çıkışını ya da Nazi devletinin temelinde yatan ırkçı görüşleri haklı göstermek için sıkça kullanılır olmuştu. Yakın zamanda da kuram, dinsel yaratılış hareketlerinin –özellikle de ABD'de– artan saldırılarına maruz kalmıştır.

Darwin, kuramında bazı bilimsel sorunlar olduğunun farkındaydı. Bunların başında da hiçbir açıklama getiremediği, uyarlanmaların kuşaktan kuşağa aktarılışı konusu geliyordu. Yaşamının ileriki dönemlerinde iyi bir fikir gibi gelmeye başlayan Lamarkçılığa bile yakınlaşmıştı –tıpkı başka bazı bilim insanları gibi. Kuşkusuz bunda kuramının, "ilerleme için çok çalışma" ve "zor kazanılan gelişmelerin çocuklara aktarılması" gibi ahlaki düşüncelere uygunluğu da rol oynamıştı. Aslında kalıtım sorununun St. Thomas Manastırı'nda –günümüzde Çek Cumhuriyeti'ndeki Brno'da kalıyor– yaşayan, kimsenin tanımadığı Avusturyalı keşiş Gregor Mendel tarafından çözülmüş olduğunu Darwin bilemezdi. Mendel, büyük bir emek harcadığı özenli çalışması sayesinde kalıtımın yasalarını ortaya çıkarmıştı: Özellikler, biri anneden biri de babadan gelen gen (aslında kendisi bu sözcüğü kullanmamıştır) çiftlerince belirlenir. Yavrunun taşıyacağı özelliği, bu genlerden biri belirler. Bazı genler ötekilerine –"çekinik" olanlara– göre "baskın" olur. Yani onların taşıdığı özellik ileriki kuşaklarda daha sık görülür. Mendel ölünce tuttuğu ve üzerinde çalıştığı notlar, başrahip tarafından yakılmıştır. Çalışmaları da 20. yüzyılın başlarına kadar gün yüzüne çıkartılamamıştır. Ne var ki onun ortaya çıkardığı şey gerçekten de doğal seçilimin işleyiş süreciydi.

MENDEL'İN BEZELYELERİ

Darwin'in *Origin of Species*'i yayımladığı dönemde Gregor Mendel yedi yıldan uzun bir süre boyunca özelliklerin kuşaktan kuşağa nasıl aktarıldığını anlayabilmek için 29.000 bezelye bitkisi yetiştirmişti. Daha dayanıklı tohumlar elde etmek amacıyla daha iyi melez bitkiler yetiştirmeye çalışıyordu. O dönemde biyologların çoğu ebeveyn özelliklerinin yavrulara harmanlanarak aktarıldığını –sonuçta ortaya anne ile babanın ortalaması olan bir çocuk çıktığını– düşünüyordu. Ama bu, aktarılan bütün özelliklerin birkaç kuşak sonra etkisinin azalacağı anlamına geliyordu ve bazı çocukların anne babalarının arasında bir boyda olmak yerine neden onlardan daha uzun ya da daha kısa olduğunu açıklamıyordu. Mendel'in titiz çalışması onu kalıtımın "etken" adını verdiği (sonradan gen denilen) bir biriminin olması gerektiği sonucuna götürdü. Biri anneden biri de babadan gelen bu etkenler, çiftler halinde çalışıyordu. Bunun da ötesinde Mendel, genlerden birinin baskın birinin de çekinik davrandığını fark etmişti. Bu da bazı özelliklerin ortaya çıkmadan kuşaklar boyu aktarılmasını açıklıyordu. Mendel modern genetik biliminin temeli olan iki kalıtım yasasını bulmuştu.



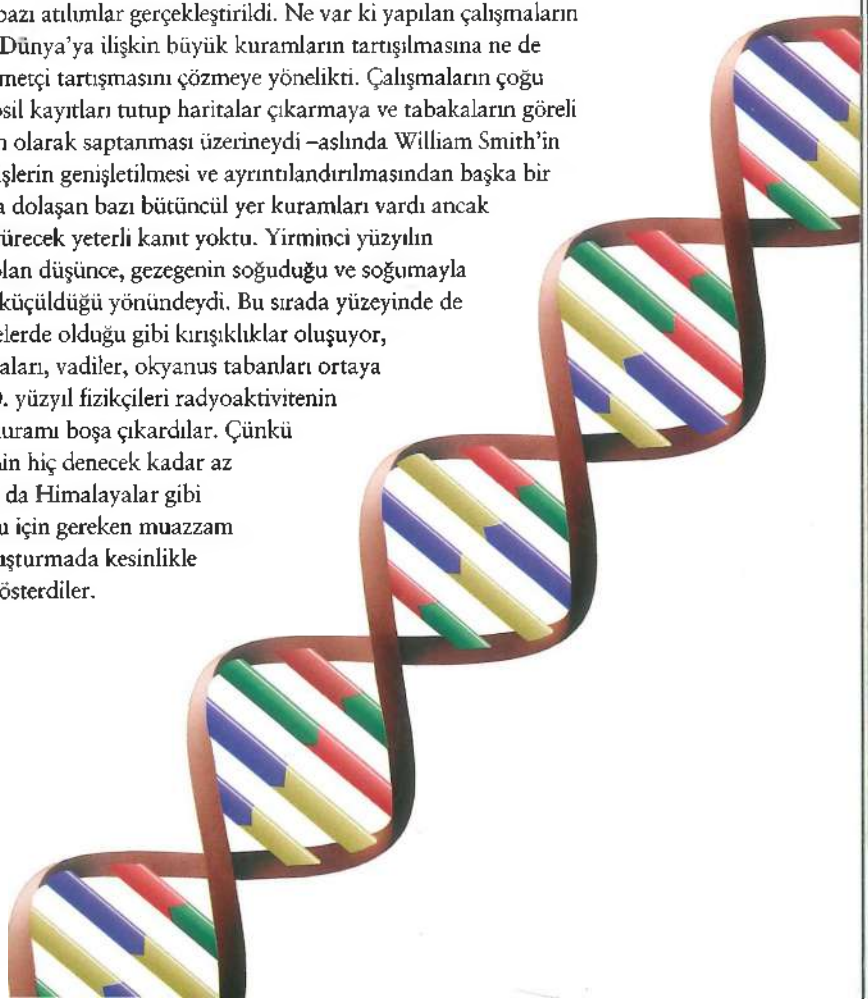


DÜNYAYI DEĞİŞTİRMEK

Peki, "Buraya nasıl geldik?" sorusuna ne oldu. Nasıl ki jeolojik derin zaman (geçmiş) olgusu evrimin anlaşılmasında anahtar rol oynadıysa kayaların öyküsü de bu soru için aynı rolü oynadı.

Lyell ve Darwin'in çalışmalarından sonraki dönemde jeoloji ve biyoloji kendi yollarında ilerledi. Sonraki yarım yüzyıl içinde biyolojide büyük ilerlemeler yaşandı. Önce hücre çekirdeğinin içindeki kromozomlar –genlerin yer aldığı kontrol merkezleri– sonra da genlerin kimyasal şifresi olan ikili sarmal yapıdaki DNA (*bkz.* 5. Bölüm) tanımlandı. Gelişmiş moleküler biyoloji, bilimin en büyük ve en çok yatırım yapılan alanlarından biri oldu. Evrim kuramı sayesinde –"biyolojik" deterjanlardaki enzimlerden yeni ilaçlar üreten bakterilere kadar– birçok yenilik ortaya çıktı. Hatta kuram, gelişmiş bazı bilgisayar yazılımlarına bile uygulandı. Günümüzde hastalıkların gelişimini anlamanın da temelini o oluşturuyor. Bugün bilim insanları artık genleri değiştirebiliyor ve onların evrim sürecini yönlendirebiliyor; hatta yapay yaşam biçimleri üretmenin eşiğindeler.

Bu arada jeoloji durgun sulara girmişti. Kayaların içindeki radyoaktif izotopların bozunmasını ölçerek yaşlarını kesin olarak saptamayı sağlayan radyoaktivitenin keşfiyle birlikte jeolojide de bazı atılımlar gerçekleştirildi. Ne var ki yapılan çalışmaların neredeyse hiçbiri ne Dünya'ya ilişkin büyük kuramların tartışılmasına ne de üniformitaryen-kıyametçi tartışmasını çözmeye yönelikti. Çalışmaların çoğu sahalarda kaya ve fosil kayıtları tutup haritalar çıkarmaya ve tabakaların göreli yaşlarının daha kesin olarak saptanması üzerineydi –aslında William Smith'in yüz yıl önce yaptığı işlerin genişletilmesi ve ayrıntılandırılmasından başka bir şey değildi. Ortalıkta dolaşan bazı bütüncül yer kuramları vardı ancak somut sonuçlara götürecek yeterli kanıt yoktu. Yirminci yüzyılın başlarında egemen olan düşünce, gezegenin soğuduğu ve soğumayla birlikte yavaş yavaş küçüldüğü yönündeydi. Bu sırada yüzeyinde de tıpkı kuruyan meyvelerde olduğu gibi kırışıklıklar oluşuyor, sonuç olarak dağ sıraları, vadiler, okyanus tabanları ortaya çıkıyordu. Ancak 20. yüzyıl fizikçileri radyoaktivitenin keşfiyle birlikte bu kuramı boşa çıkardılar. Çünkü Dünya'nın merkezinin hiç denecek kadar az soğuduğunu, bunun da Himalayalar gibi sıradağların oluşumu için gereken muazzam yüzey hareketleri oluşturmada kesinlikle yetersiz kalacağını gösterdiler.



Solda: Hücre çekirdeği içindeki kromozomların resmi görülüyor. Her kromozomda birbirinin aynı bir çift DNA ipliği bulunur. Bunlar kromatid denilen bir yapının içinde çeşitli proteinlere kimyasal olarak bağlı şekilde dururlar.

KITASAL YAPBOZ



1910'da çok az tanınan Alfred Wegener adlı bir Alman jeolog bir gün yeni atlasının sayfalarını aylak aylak karıştırırken Güney Amerika'nın doğu kıyılarının şekliyle Afrika'nın batı kıyılarının şekli arasındaki şaşırtıcı benzerliği fark etti. Bunu fark eden ilk kişi değildi. Bir süre sonra Wegener bu kez de Atlas Okyanusu'nun iki yakasında ortaya çıkarılan soyu tükenmiş hayvan fosilleri arasındaki benzerliği fark etti. Onun 1912'de yaptığı bir dizi konuşmayla popülerleştirdiği ve sonraki on yıl boyunca da jeoloji kariyerinde ilerlerken geliştirdiği "kıta sürüklenmesi" kuramının doğuşu böyle oldu.

Bir asır önce Jean-Baptiste Lamarck kıtaların düzgün ve sürekli bir şekilde dünyanın yüzeyinde ilerlediğini, okyanus akıntılarının onların doğu kıyılarını aşındırdığını ve batı kıyılarında da yeni tortular biriktirdiğini ileri sürmüştü. Bu düşüncesi de kendi evrim kuramı gibi yok oldu gitti. Ancak Wegener'in kanıtları ilgi çekiciydi. Kıtaların jeolojisi ve doğa tarihi üzerine çalıştıkça aynı hizadaki buzullardan ve dağlardan geriye kalanlar, günümüzde Arktik'te bulunan tropik bitki fosilleri, hayvan toplulukları arasındaki ve dünyanın her yanındaki kaya tabakaları arasındaki benzerlikler gibi kıtaların bir zamanlar birleşik olup sonradan ayrıldıklarını gösteren daha çok ize rastlıyordu. Wegener, tıpkı bir yapbozda olduğu gibi kıtaların birbirleriyle birleşme örüntüsünü bulmaya çalıştı. Sonunda bir zamanlar yeryüzünde bulunan tek süper kıtanın haritasını yaptı. Ona "Pangaea" adını verdi.

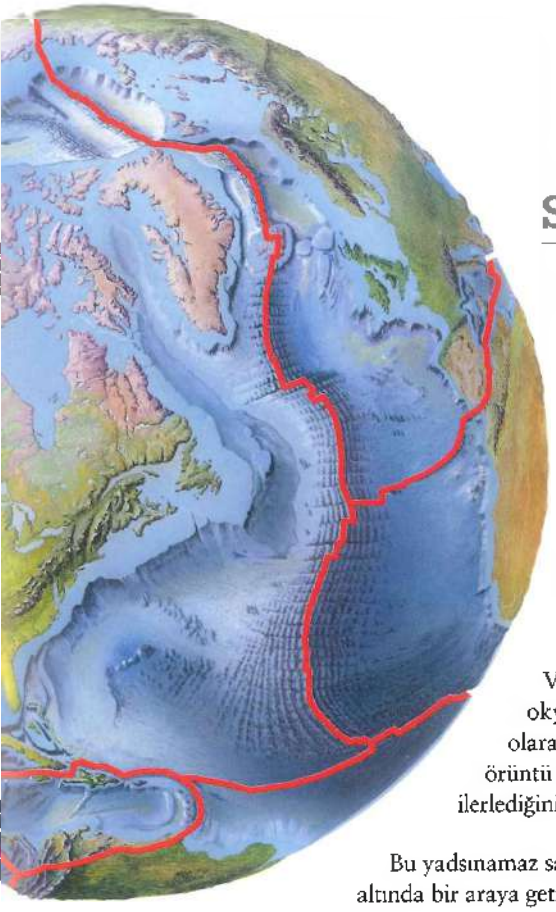
Jeoloji dünyası bu düşünceyle dalga geçti –dev kıta plakaları nasıl olur da okyanus tabanı kayalarının üzerinde ilerleyebilirdi? Wegener'in kanıtlarının ikinci derece kanıtlar olduğu ileri sürüldü. Wegener 1930'da Arktik hava durumunu gözlemek için düzenlenen bir sefere katıldı. Gözlemlerin yanı sıra Grönland ile İskandinavya'nın birbirinden hızla uzaklaştığını gösterecek bazı ölçümler yapmayı da umuyordu. Arktik kışının doruğunda, 50. yaşgününde, Wegener biraz daha malzeme almak için ana kampa dönmeye çalıştı. Ama hiçbir zaman varamadı. Donmuş bedeni ertesi yıl bulundu. Ölümünden sonra bile kuramı acımasızca eleştirildi. Genç jeoloji öğrencileri de kıta sürüklenmesi üzerine araştırma yapmanın akademik kariyerleri açısından hiç de iyi bir seçim olmayacağını iyice anladılar.

"Jeoloji dünyası bu düşünceyle dalga geçti: dev kıta plakaları nasıl olur da okyanus tabanı kayalarının üzerinde ilerleyebilirdi?"

Bu dünya haritalarında kıtaların, Wegener'in "Pangaea"sından parçalanarak günümüze gelene kadarki tektonik ilerleyişleri görülüyor.

Jura Devri -yaklaşık 195 milyon yıl önce





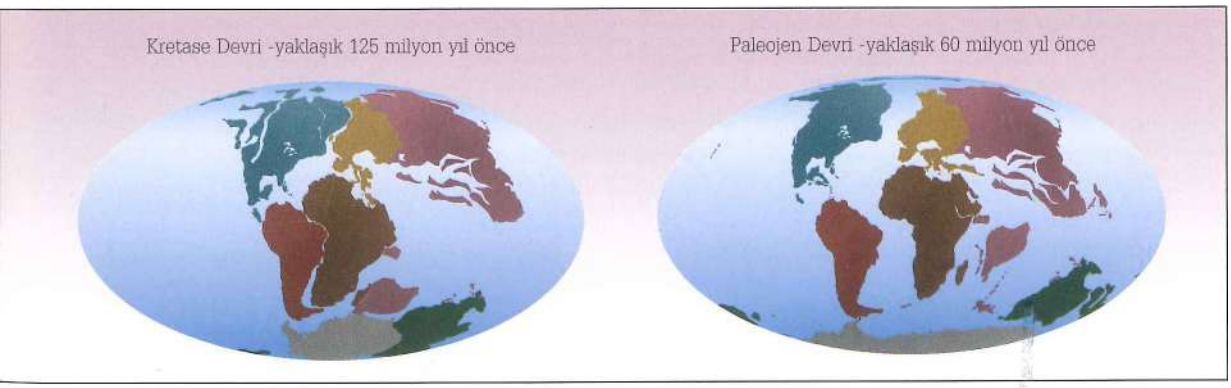
Yukarıda: Sınırlarını derin okyanus sırtları ile kıtaların kenarlarının oluşturduğu kıta plakalarını gösteren bir dünya haritası görülüyor.

SOĞUK SAVAŞ'IN İPUÇLARI

Wegener'in aklına gelmeyen sağlam kanıtlar sonunda farklı bir yerden ortaya çıktı. Hem denizaltı savaşlarının anormal arttığı II. Dünya Savaşı sırasında ve hem de Soğuk Savaş döneminin ilk yıllarında o zamana kadar gizli bir dünya olarak kalmış okyanus tabanlarının iyi anlaşılması ve haritasının çıkarılması büyük bir gereksinim haline gelmişti. Kaynaklar yeni bir bilim dalı olan oşinografiye akıtıldı ve olağanüstü sonuçlar elde edildi.

Wegener'i destekleyen üç kanıt ortaya çıktı. Devasa bir deniz altı dağ sırasının Atlas Okyanusu'nun tabanı boyunca ve tıpkı bir omurga gibi tam da ortada bulunduğu görüldü. Bunun yüzeye kadar çıkan bir bölümü İzlanda Adası'nı oluşturuyordu. Sonra kıtaların altındaki okyanus tabanı kayalarının, jeologların hep sandığı gibi en yaşlı değil, tersine en genç kayalar olduğu anlaşıldı. Ve son olarak da paleomanyetizma adlı yeni bir bilim dalı sayesinde okyanus tabanındaki kayalarda, ortadaki sırtın iki yanında simetrik olarak şekillenen bir manyetizma örüntüsü bulunduğu keşfedildi. Bu örüntü kayaların sanki ortada oluştuğu ve sonra yarılarak ters yönlerde ilerlediğini düşündürüyordu.

Bu yadsınamaz sağlam veriler 1960'lı yılların ortasında Plaka Tektoniği Kuramı adı altında bir araya getirildi. Bu kuramın günümüzde yerkabuğunun oluşum mekanizmasını açıkladığı kabul ediliyor –yerkabuğunu oluşturan kayalar okyanus ortası sırtlarda erimiş volkanik kayalar olarak doğuyor. Bu sırtlar dünyanın çevresinde birbiriyle bağlantılı çok büyük bir ağ oluşturur. Plaka tektoniğine göre deniz tabanı, sırtlarda ikiye ayrılır ve kendisi ilerlerken kıtasal yerkabuklarını da ittirir. Başka bölgelerdeyse yerkabuğu plakaları birbirleriyle çarpışır ve biri ötekinin altına girer, aşağıdaki eriyik kayaların içinde yok olur. Gezegenin yüzeyi haşlanmış yumurtanın kırık kabuğu gibi çok sayıda "plaka"dan oluşur. Birbirlerine sürtündükleri ve çarpıştıkları yerlerde, California'daki San Andreas fayı gibi fay hatları oluştururlar. Buralarda depremler, yanardağ patlamaları ya da dağların yükseldiği görülür. Bütün bunlara yol açan mekanizma da yerkabuğunun altındaki sıcak mantoda görülen konveksiyondur –mantoda erimiş kayalar yükselir soğuyan kayalar çöker.



YAŞAM VE ÖLÜM

Jeoloji bilimi, plaka tektoniğinin keşfiyle yeniden canlandı. Depremler ve yanardağ patlamalarının neden yeryüzünün o bölgelerinde gerçekleştiği ya da sıradağların yükselmesi gibi her türlü jeolojik gizem birden anlam kazanmaya başladı. Ayrıca uygulamaya dönük de birçok yararı görüldü. Jeologlar artık petrol içeren kayaların nerede bulunabileceğini daha kesin öngörebiliyor, Yer'in derinliklerinde oluşmuş sonra da yüzeye yükselmiş minerallere yönelik madencilik çalışmalarını yönetebiliyorlardı. Bu kuram aynı zamanda jeoloji ile yaşam arasında karşılıklı olarak karmaşık bir ilişkinin olduğunu ortaya çıkardı. Artık Dünya'daki karbon hareketinin temel etkeninin plaka tektoniği olduğunu biliyoruz: Karbondioksit yanardağlardan atmosfere salınır, bitkiler ve ağaçlar tarafından atmosferden çekilir, bunlarla hayvanlar beslenir, sonra onlar ölür ve çürür, kalıntıları okyanus tabanında tortul katmanlar oluşturur, okyanus tabanı da gezegenin eriyik kısmının içine girer ve çevrim yeniden başlar. Plaka tektoniği sayesinde ölü bitki ve hayvanların milyonlarca ya da milyarlarca yıl içinde eski okyanus tabanlarının neresinde ve nasıl kömüre ve petrole dönüştüğü de açıklanabiliyor. Kuram atmosferdeki oksijen ile karbondioksit arasındaki karmaşık dengeyi anlamak açısından da çok önemlidir. Birçok açıdan yeryüzündeki yaşamın öyküsü aslında jeolojinin kendi öyküsüdür.

Evrimin ilerleyişine gelince, o da gezegenin yüzeyindeki hareketlerden derinden etkilenmiştir. Kıtalar değişik enlemlerde değişik şekillere girerken onların üzerinde ya da çevresindeki okyanusların içinde evrim geçiren canlı türlerinin de değişen yeni iklimlere uyarlanmaları ya da sınırlarına girmeye başlayan yeni türlerle rekabet etmeleri gerekiyordu. Bunlardan bazıları gelişip yayılıyor, bazılarının da soyu tükeniyor ve yerlerini gelecek olan yeni yaşam biçimlerine bırakıyorlardı. Hindistan'ı taşıyan plakanın Asya'yı taşıyana çarpmasıyla oluşan Himalayalar gibi yükselen dağ sıraları hayvanların göç yollarında engel oluşturuyor ya da atmosferin üst kesimlerindeki hava durumu sistemini değiştiriyor ve bunların sonucunda da canlıların mücadele etmesi gereken yeni yaşam alanları, taşkınlar ya da kuraklıklar ortaya çıkıyordu. Yerküre üzerinde kıtaların kayan konumları okyanus akıntılarının dolaşımını da değiştiriyordu. Böylece deniz canlıları üzerinde yeni baskılar oluşturuyor ve buz çağlarının aniden başlamasına ya da birdenbire sona ermesine yol açıyordu. Zaman zaman da çok şiddetli depremler, buzul göllerinin boşalmasıyla oluşan dev akıntılar ya da bir başladı mı binlerce yıl süren dev yanardağ patlamaları gibi yaşamı ciddi olarak tehdit eden muazzam olaylar da oluyordu. Bütün bunlara bir de kuyrukluyıldız ve asteroit çarpmalarının çok daha sık görüldüğü Güneş Sistemi'nin ilk dönemlerindeki korkunç hareketliliği eklemek gerek. Gezegenimizde geçmişte yaşanmış korkunç afetlerin izlerini görebiliyoruz. Fosiller ve jeolojik kanıtlar, her birinde o dönemde yaşayan canlı türlerinin yarısından fazlasının yok olduğu –hatta birinde yaşam tümüyle ortadan kalkıyordu– beş büyük kitlesel soy tükeniş yaşandığını gösteriyor. 65 milyon yıl önce dinozorlar çağının kapanmasına neden olan asteroit çarpması bunlardan en büyüğü değil ama en çok bilinenidir.

Sağda: İki tektonik plakanın ayrım hattı olan bir okyanus sırtının karaya çıktığı yeryüzündeki birkaç yerden biri olan İzlanda'daki yanardağ etkinliğinin ve buzulların yer aldığı bir uydu görüntüsü görülüyor.



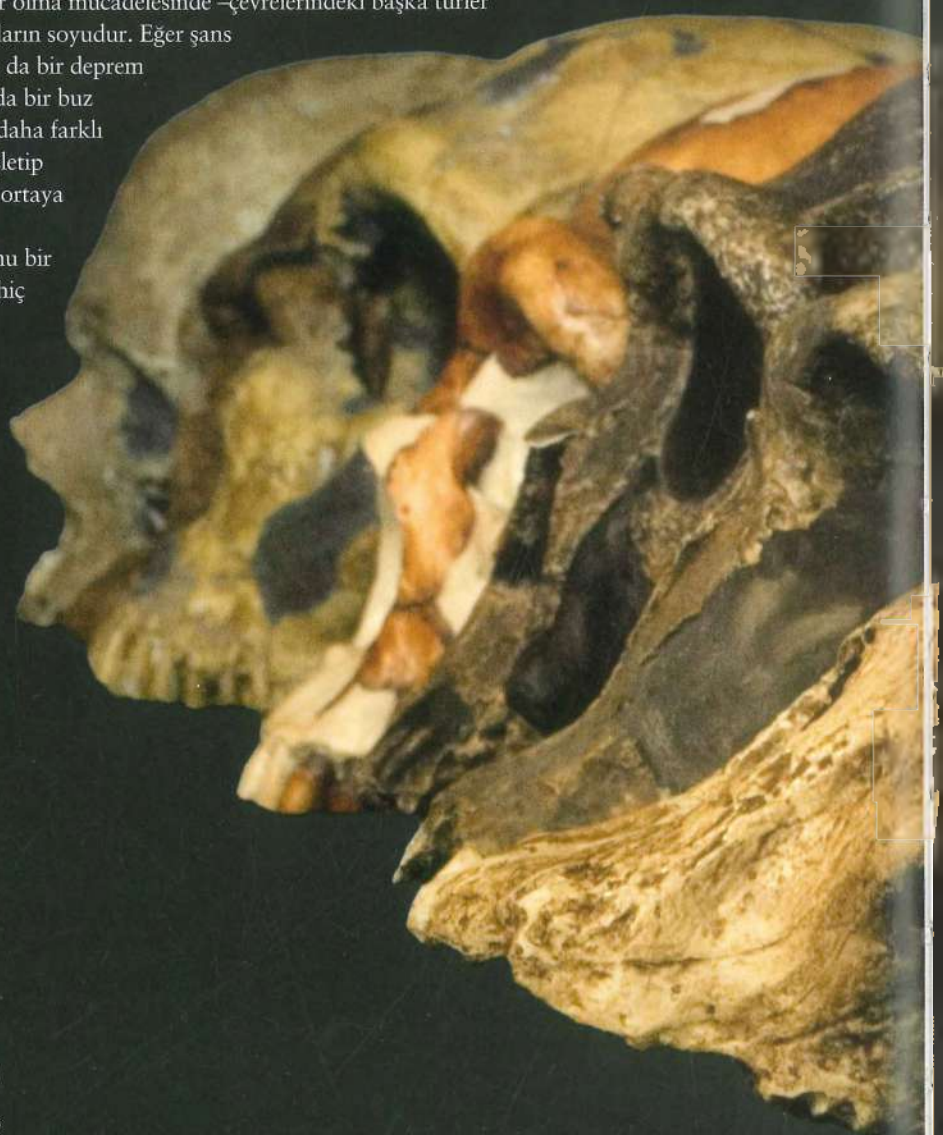
KITALARIN OLUŞUMU

Dünya'nın yörüngesindeki uydular sayesinde bütün okyanus tabanlarını görebiliyoruz. Okyanus ortası sırtlarının oluşturduğu ve her okyanusun ortasından bir yara gibi geçen olağanüstü ağ hemen dikkat çeker. Hepsi birlikte 60.000 km uzunlukta bir dağ sırası oluştururlar. Bunlar, neredeyse tümüyle görüş alanımızın dışında kalmalarına karşın gezegenimizdeki en yüksek dağlardır. İzlanda, Azorlar, Bermuda, Ascension ve Tristan da Cunha gibi küçük adalar gerçekte sırtlarda yer alan ve deniz yüzeyine kadar uzanan birer dağın doruğudur. Atlas Okyanusu ortasındaki sırtlar Kuzey Buz Denizi'nden Antarktik Okyanusu'na kadar uzanır –gerçekte dünyadaki en uzun dağ sırasıdır. Sırtlar, bazı tektonik plakalar için sınır oluşturur. Buralar yeni okyanus tabanının oluştuğu, dışa doğru genişlediği ve böylece yerkabuğunun muazzam hareketinin başladığı yerlerdir. Örneğin Atlas Okyanusu 180 milyon yaşından daha gençtir. Süper kıta Pangaea parçalanmaya başladığında o da oluşmaya başlamıştı. Yeryüzündeki kara kütleleri ve okyanuslar bugünküne benzer bir düzene yaklaşık 50 milyon yıl önce girmeye başlamıştır.

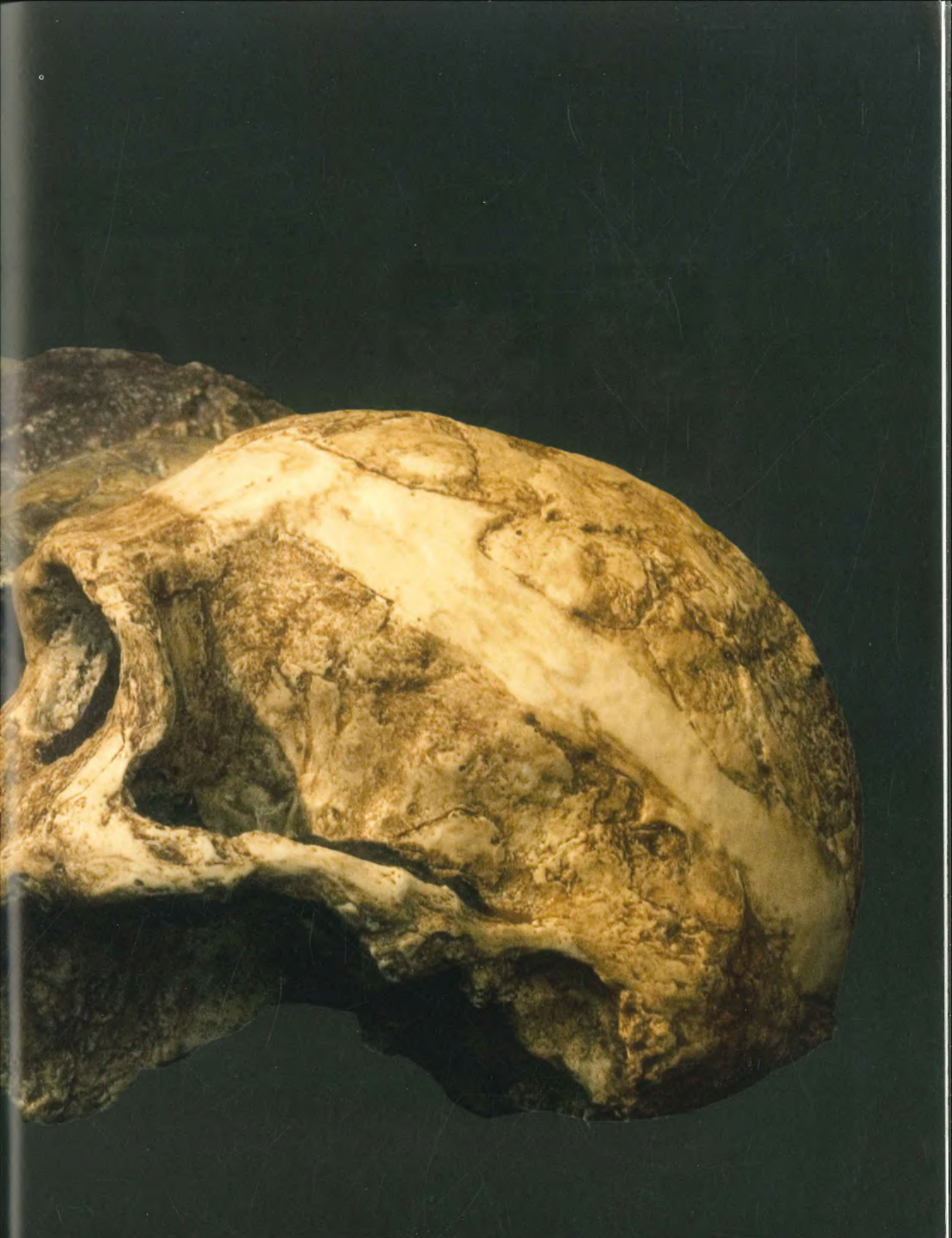
HAYATTA KALAN ŞANSLILAR

Böylece, "Buraya nasıl geldik?" sorusunun yanıtı açıkça belli oldu. Şansın yardımıyla geldik. Bu eriyik haldeki kaya yığını bizim de aralarında bulunduğumuz şimdiye kadar yaşamış her canlı türünün ortaya çıkmasından –ve yok olmasından da– sorumludur. Bizler büyük bir varoluş zincirinin doruk noktası değil, öfkeli ve sürekli değişim halindeki bir gezegene, yaşamın verdiği yanıtın bir parçasıyız. Bizim soyumuz, hayatta kalmayı başaranların, ataları var olma mücadelesinde –çevrelerindeki başka türler başarısız kalırken– başarılı olanların soyudur. Eğer şans eseri bir başka iklim değişimi ya da bir deprem olsaydı, bir okyanus kurusa ya da bir buz çağına girilseydi, öykümüz çok daha farklı olabilirdi. Eğer zamanı tersine işletip milyarlarca yıl önceye, yaşamın ortaya çıktığı ana geri dönebilseydik, gezegenin ve evrimin yolculuğunu bir kez daha başlatsaydık, sonuçta hiç ortaya çıkmayabilirdik.

Şu, gösterişten uzak ve yalın düşünceyi kabul etmeliyiz: Burada bulunmamızı şanslı olmamıza borçluyuz.



Sağda: İnsanın kökeni –yakın akrabalarımızın dizili kafataslarıyla– görülüyor. Önden arkaya doğru önce "australopitesinler" *Australopithecus afarensis* (3,9-2,9 milyon yıl önce) ve *A. africanus* (3,3-2,4 milyon yıl önce), sonra ilk insan *Homo erectus* (1,8-0,3 milyon yıl önce), bir neandertal *Homo neanderthalensis* (yaklaşık 100.000-30.000 yıl önce) ve modern insan *Homo sapiens* (200.000 yıl önceden) sıralanmış.



Bağlantılar – Yaşam

MÖ 400 MÖ 27 900 1400 1500 1600 1700



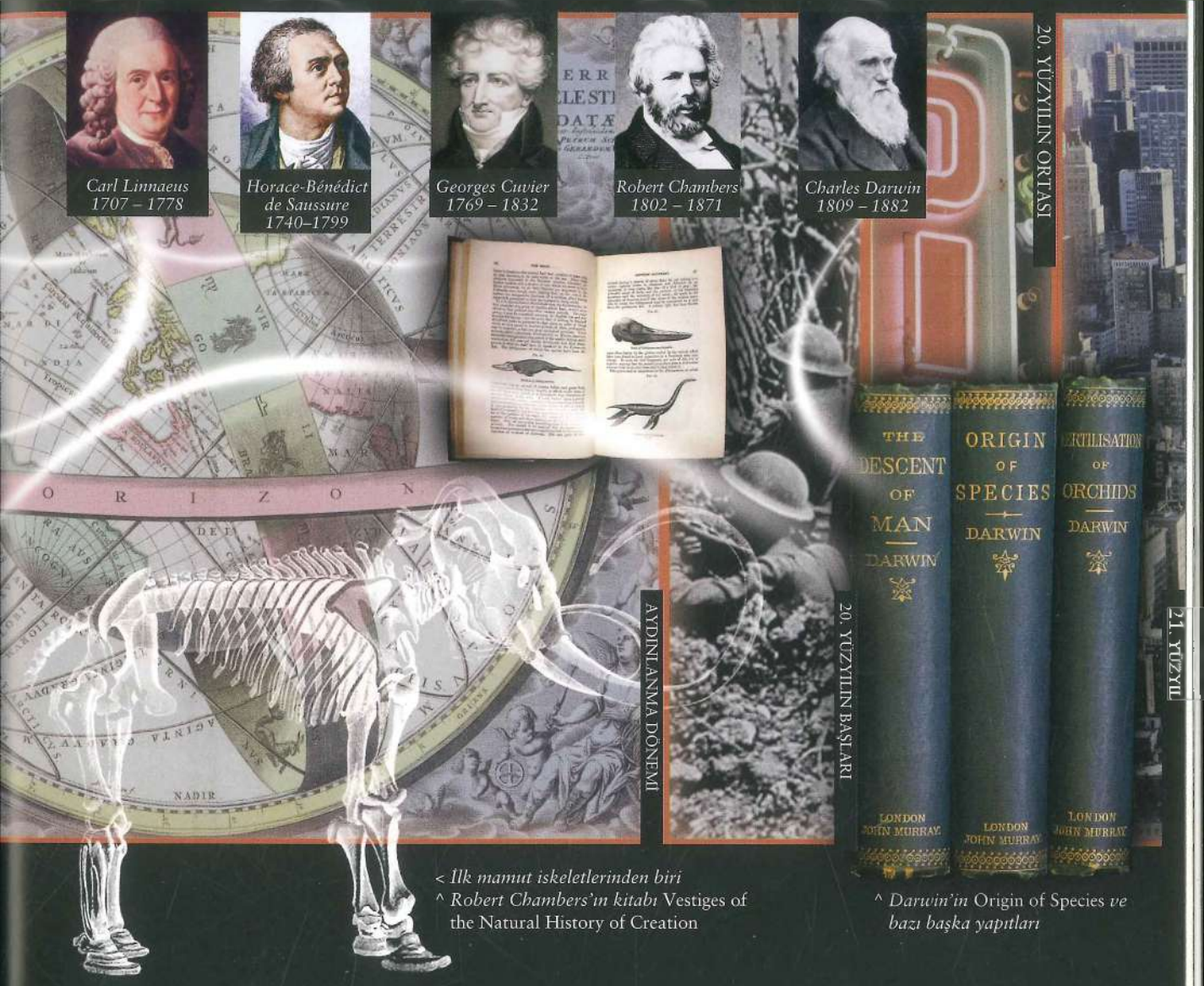
^ *Hans Sloane'un toplayıp kuruttuğu kakao bitkisi ve tohumları*
^ *Sloane'un koleksiyonundaki örneklerin yer aldığı ilk çekmecelerden biri*

^ *Linnaeus'un kitabı* Systema Natura

Yenidünya'nın keşfedilmesiyle birlikte nereden geldiğimizi ve doğadaki yerimizi kesin olarak ortaya koyan kutsal düşüncelerde ilk kırılmalar başladı. Hans Sloane gibi toplayıcılar, keşfedilen dikkat çekici bütün yeni türleri gruplandırmaya çalıştılar. Zamanla ortaya çıktı ki Kitab-ı Mukaddes'te geçen yaratılış betimlemeleri canlıların gerçek çeşitliliğine uymuyor.

Eski rahip Ray, 18.000 bitkiyi sınıflandırdı ve tür kavramını tanımladı. Onun yaklaşımını Carl Linnaeus benimsedi ve *Systema Natura* (1735) adlı yapıtında her türe, iki sözcükten oluşan ve türün hiyerarşik düzen içindeki yerini gösteren bir ad verdi. İnsanı da hayvanların arasına yerleştiren Linnaeus, türlerin dönüşmez olduğuna inanıyordu.

Bu düşünce bir süre sonra kanal yapımları ve madencilik çalışmaları sırasında ortaya çıkan birtakım kanıtlarla çelişmeye başladı. O günlerde yaşamadığı açıkça belli olan canlı türlerine ait fosiller keşfedilmeye



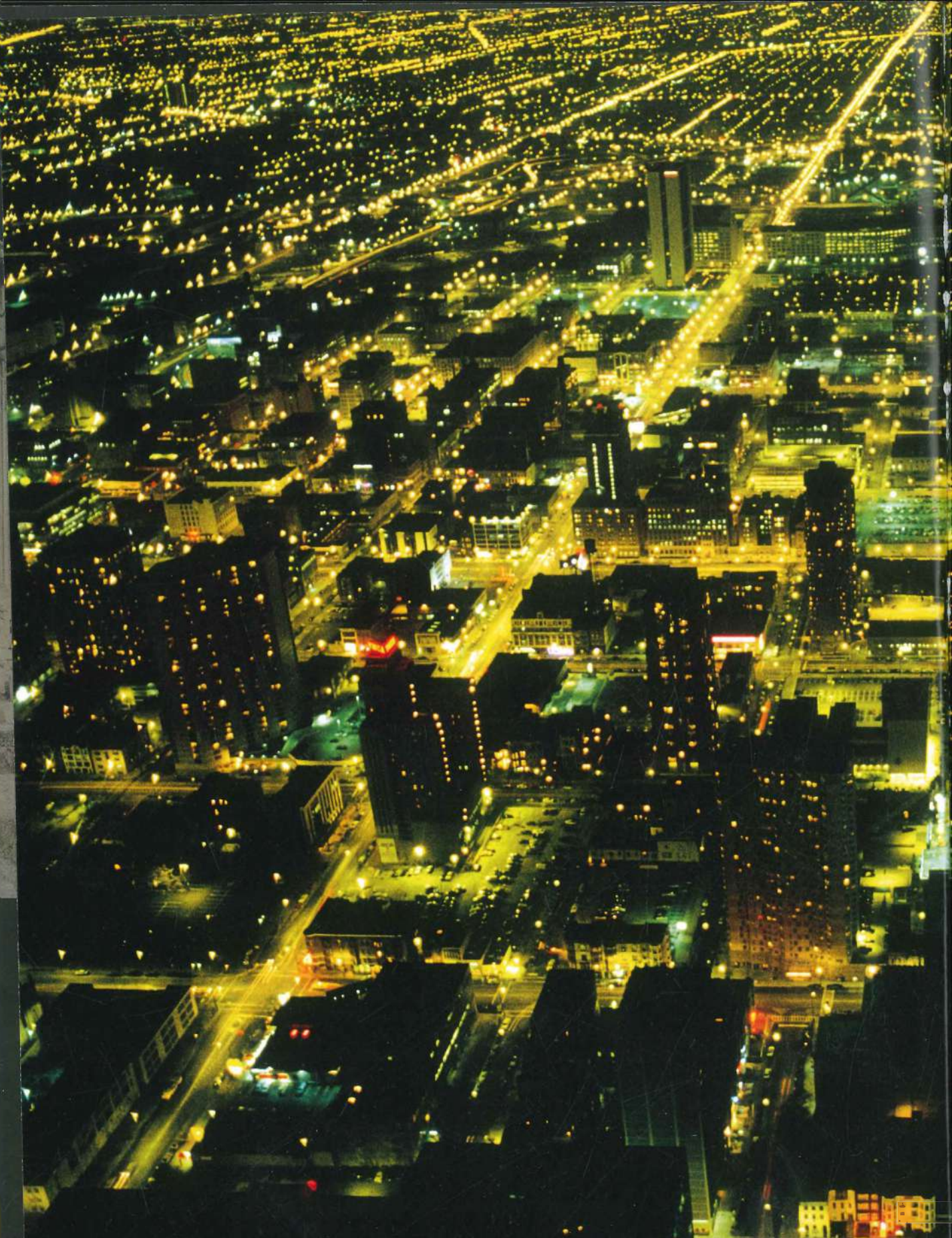
< *İlk mamut iskeletlerinden biri*
^ *Robert Chambers'ın kitabı* Vestiges of the Natural History of Creation

^ *Darwin'in* Origin of Species *ve bazı başka yapıtları*

başlandı – bunların en ünlüsü Georges Cuvier'nin 1786'da bulduğu Sibirya mamutudur.

Horace-Bénédict de Saussure'ün adını koyduğu ve Charles Lyell'ın da *Principles of Geology* (1830-1833) adlı kitabıyla düzenlediği yeni jeoloji bilimi aşırı derecede yaşlı bir gezegen olgusunun ve onun aşamalı olarak değiştiği düşüncesinin yaygınlaşmasını sağladı.

Jeologların aşamalı değişim düşünceleri ve soy tükeniş bulmacası Robert Chambers'ın *Vestiges of the Natural History of Creation* (1844) adlı kitabında bir araya getirildi. Charles Darwin de yaşamı boyunca yaptığı gözlemlerini ve Chambers'ta eksik olan titiz bilimsel kesinliğini kendi evrim kuramında bir araya getirdi. Yaşamı gerçekten değiştiren doğal seçilim kuramını açıkladığı *Origin of Species*'i de 1859'da yayımladı.





GÜÇ

GÜCÜMÜZ SINIRSIZ OLABİLİR Mİ?

Son bin yılda insan yaratıcılığı sayesinde doğadan muazzam miktarda enerji elde edildi ve açma-kapama düğmesinin çevresinde bir dünya şekillendi. Yeni makinelerin icadı, tasarlanması ve yapımı ile arka arkaya yeni enerji kaynaklarının keşfi, bu öykünün belkemiğini oluşturur. Ama bu, iç içe geçmiş iki yoldan ilerleyen bir öyküdür: Birinde güç sayesinde neler yapabileceğimizi nasıl öğrendiğimiz anlatılırken ötekinde gücün gerçekte ne olduğunu nasıl keşfettiğimiz anlatılır. Yeni enerji kaynaklarını arama işini, büyük bilimsel yasaları ortaya çıkarmaya çalışan kuramcılar değil, neredeyse her zaman enerjiyi nasıl kullanacağını kestirebilen, sınırsız güç ve zenginlik düşleri kuran mucitler, sanayiciler ve girişimciler gibi pratik insanlar yürütmüştür. Bu amaca ulaşma çabaları yalnızca modern dünyamızın ortaya çıkmasını sağlamakla kalmamış, kuramsal çalışmalar en sonunda pratik uygulamaları yakaladığında bilim tarihindeki –zamanın doğası ve Evren'in sonuna yönelik– en derin kavrayış yetisini de kazandırmıştır.

Solda: Elektrik enerjisi sayesinde insanlar sonunda geceyi fethedebilmiş ve 24 saatlik modern uygarlığımızı kurabilmişlerdir. Buna giden yolda bir yandan da fiziğin temel ilkelerini ve doğa yasalarını ortaya çıkarmışlardır.

SU DÜNYASI

Su çarklarının kullanımı Mezopotamya'nın antik uygarlıklarına kadar uzanır. Babil ve Sümer yazıtlarında bunların adı geçer ama hangi amaçla kullanıldıkları pek açık değildir ve hiçbir betimlemesi de yapılmamıştır. Çin'de Han Hanedanlığı döneminde de MÖ 3. yüzyıldan itibaren su çarkları demir dövmek ve ocak körüklerini çalıştırmak için kullanılıyordu. Eski Yunan ve Romalılara gelindiğinde su çarklarının gücünden geniş çaplı yararlanılmaya başlandı. Güney Fransa'da Arles yakınlarındaki Barbegal'da "antik dünyanın bilinen en büyük mekanik güç merkezi" olarak adlandırılan yerin kalıntıları hâlâ durur. Burada Roma kenti Arles'e Alpilles Dağları'ndan su sağlamak amacıyla bir su kemeri yapılmıştır. Suyun getirildiği yol boyunca su kemerinin üzerine 16 değirmene güç sağlayan 16 dev su çarkı iki sıra halinde dizilmiştir. Yamacın eğimiyle kanallardan akan su, çarkı döndürüyor, ondan dökülen su da alttaki bir başka çarkı döndürüyordu. Tahminlere göre bu değirmenlerde Arles ve civarında yaşayanlar için günlük 4,5 ton un öğütülüyordu.

Müslüman Ispanya'nın, Kuzey Afrika'nın ve Ortadoğu'nun büyük bölümünde düşey su çarkları kadar yatay su çarkları da 7. yüzyıldan itibaren kullanılmaya başlandı. Akan sudaki değişimlerin ana çarkta oluşturduğu düzensizliği daha hızlı dönen küçük bir çarkın ağırlığıyla azaltmaya yarayan volanı da İslam mühendislerinin geliştirdiği düşünülüyor. Krank milleri, dişliler, su türbinleri ve su gereksinimini sağlayan barajlar Müslüman Ispanya'da gerekli gücün sudan elde edildiği kumaş imalathaneleri, kâğıt atölyeleri ve hatta çelikhanelerin bulunduğu büyük endüstri merkezlerinde görülen sıradan şeylerdi. Ortaçağda Avrupa'da da 8. yüzyıl ile 15. yüzyıl arasında malt değirmenleri, tabaklama değirmenleri, demir dövme ve cevher işleme değirmenleri, alet bileyleme ve odun biçme değirmenleri vardı. Bu, becerikli zanaatkâr ve mühendislerin yaratıcılığı ve üç bin yıllık deneme-yanılmalar sonucunda doğmuş, su gücüyle dönen bir dünyaydı.





En üstte: Müslümanların Suriye'nin Hama kentinde yaptığı dev su çarkının kalıntıları görülüyor.

Üstte: Güney Fransa'da Barbegal'daki büyük su kemerinin –su değirmenlerine giden antik enerji hattının– yıkıntıları görülüyor.

Altta: Hama'dan geçen Asi ırmağı üzerindeki su çarkı görülüyor. Bu tür su çarkları suyu ırmaktan alıp su kemerine yükseltmede kullanılırdı.



HOLLANDA RÜZGÂRI



Simon Stevin
1548–1620

Güçten yararlanabilmek amacıyla kuram ile uygulama arasında bağ kurma girişimi Simon Stevin adlı büyük bir matematikçi ve mucidin çabaları sayesinde başarıyla sonuçlanmıştır. Söz konusu doğal güç kaynakları olduğunda 16. yüzyıl Hollanda'sı –bugünkü Belçika, Hollanda ve Lüksemburg'un büyük bir bölümü– oldukça dezavantajlı bir konumdaydı. O bölge neredeyse tümüyle düzdü ve doğal olarak hızlı akan ve değirmenlere güç sağlayan çok az akarsu vardı. Onun yerine Kuzey Denizi'ne bakan düz kıyı kesiminde –dönemin gelişmiş ülkelerinin herhangi bir bölgesinde de olabileceği gibi– sürekli esen rüzgârlar vardı.

Rüzgârdan çok eskiden beri yelkenli gemilerin itici gücü olarak yararlanılıyordu. Düşey bir dönme ekseninde çalışan orijinal yel değirmenleri 9. ve 10. yüzyıllarda İran'da ortaya çıkmış ve sonra Avrupa'da da yaygınlaşmıştı. Ancak rüzgârın bir imparatorluğa güç verecek şekilde kullanımı Hollanda'da gerçekleşti. 16. yüzyılın ortalarında Hollanda, Habsburg İmparatorluğu'nun bir parçasıydı. Kutsal Roma İmparatoru V. Karl ve sonra da oğlu İspanyalı Philipp tarafından yönetildi. Sonraki yarım yüzyılda İspanyol yönetimine karşı uzun süren bir ayaklanma yaşandı. Bunun sonucunda topraklar yaklaşık olarak bugünkü Belçika ve Hollanda'ya karşılık gelecek şekilde ikiye bölündü. Bölünmeden sonra Kuzey Avrupa'nın önde gelen ticaret kenti Antwerp'in halkının Protestan olan yarısının kuzeydeki Amsterdam'a göç etmesiyle birlikte zenginlik de yer değiştirdi. Bu kayma, Hollanda Birleşik Eyaletleri için çok hızlı bir ekonomik büyüme döneminin başlangıcı oldu. Hollanda dünyanın en güçlü ticaret ülkesi haline geldi.

"Bu kayma, çok hızlı bir ekonomik büyüme döneminin başlangıcı oldu ve Hollanda dünyanın en güçlü ticaret ülkesi haline geldi."

Bütün bu kargaşanın arka planında güç üretiminde gerçekleştirilen bir devrim yatıyordu. Belçika'nın Bruges kentinde doğan Simon Stevin adlı mühendis ve mimar, İspanya'ya karşı verilen mücadelede önemli askeri üslerin sağlamlaştırılmasında görev almıştı. Stevin'in Hollanda devletinden aldığı şaşırtıcı derecede çok patenti de bulunuyordu. Onun yüklendiği mühendislik çalışmasının ne olduğu, bu patentlerden ve fikirlerinin ticari kullanımına ilişkin başkalarına karşı verdiği mücadelelerin kayıtlarından ortaya çıkartılabilmiştir. Stevin savaklar, deniz dibi tarama makineleri ve değirmenler üzerine çalışmıştır. Hollanda'nın alçak ve bataklık toprakları Kuzey Denizi'nde patlak veren fırtınalar sırasında sık sık görülen taşkınlardan olumsuz etkileniyordu. Hollandalılar, topraklarını, kuşaklar boyunca hep okyanus sularının önünü kesen bentler yaparak ve alçak bölgeleri kaplayan, suyollarını ve limanları dolduran taşkın sularını da yel değirmenlerinin gücüyle pompalayıp boşaltarak korumuşlardı. Eğitimli bir matematikçi oluşu, kuramı ve hesapları rüzgârdan daha verimli yararlanmak için kullanmaya çalışması Stevin'in fikirlerini farklı kılıyordu. Onun çalışmaları, en verimli dönüş hızını ya da çarkların ve dişlilerin ideal boylarını hesaplamak, kepçeli çarkın kepçelerinin daha çok su almasını ve kepçeler yükselirken deriden kanatçıkların en az su kaçırmasını sağlayacak uygun açıları bulmak gibi kuramla uygulamanın harmanı şeklindeydi. Ama Hollanda'ya en büyük katkısı, ıslah edilen toprak miktarını belirgin bir şekilde artırmış olmasıdır. Bunu da yel değirmenlerini daha alçak bölgelerdeki suların da

boşaltılabilmesini sağlayacak şekilde basamaklı sıralar halinde düzenleyerek gerçekleştirmiştir. Islah edilen alan alçaklaştıkça ve bentler büyüdükçe yeni ortaya çıkan araziyi koruyabilmek için yeni basamaklı yel değirmeni sıraları yapmak gerekiyordu. En alçak kıyı bölgesi kazanımında basamaklı biçimde işletilen 14 yel değirmeni kullanılmıştı. Nüfusunu beslemeye yetecek bir tarım etkinliğinin temelini oluşturan arazilerin denizden kazanımındaki başarı olmasaydı, Hollanda ticari imparatorluğunun "Altın Çağ"ını hiç yaşayamayacağı hep ileri sürülür. 1602'de kurulan Hollanda Doğu Hindistan Şirketi, 17. yüzyılın ortasına gelindiğinde dünyanın gelmiş geçmiş en zengin şirketi olmuştu –aynı zamanda ilk çokuluslu şirketti. Amsterdam ve Delft, Çin'den gelen porselenlerin yanı sıra, hepsi de değirmenlerde öğütülmesi gereken baharat, kakao ve pirinç ile doluydu.

Yel değirmenleri kumaş, kâğıt, yağ ve un üretiminde de kullanılıyordu.



1594'te Cornelis Corneliszoon adlı bir Hollandalı rüzgâr gücüyle çalışan bıçkıhanenin patentini aldı. Burada, yel değirmeninin dönüş gücü bir krank mili aracılığıyla hızarın ileri geri hareket etmesini sağlıyordu. Bu icadın, Hollanda'da gemi yapım endüstrisinin hızla büyümesi gibi bir sonucu oldu. Hollandalılar yalnızca kendi büyük ticaret filoları için değil, öteki Avrupa ülkelerinin filoları için de gemi üretmeye başladılar. 1600'lü yıllara gelindiğinde Britanya deniz filosunun yarısı Hollandalıların yaptığı gemilerden oluşuyordu.

17. yüzyıl Hollanda "Altın Çağı"na bugünden bakıldığında sigortacılık, emeklilik fonları, merkez bankası ve tam zamanlı çalışan bir borsası olan modern anlamda ilk ekonominin Amsterdam'da kurulduğu görülür. Öyle ki lale soğanlarının fiyatlarındaki aşırı yükselmeye bağlı olarak enflasyon dalgalanmaları bile yaşanıyordu. Avrupa'ya 1500'lü yılların sonunda Osmanlıların tanıştırdığı lalenin –Leiden Üniversitesi'nden bir botanikçinin Hollanda'nın soğuk ikliminde yetişebilen bir varyeteyi getirtmesinden sonra– büyük miktarlarda tarımı yapılmaya başlanmıştı. Giderek daha değişik renkli varyeteleri yetiştirilen bu çiçek, çok önemli bir toplumsal konum göstergesi haline geldi. Lale soğanlarının fiyatları Şubat 1637'de olağanüstü yükseldi –tek bir soğanın 5 hektarlık bir arazi fiyatına satıldığı ileri sürülür. Ama bunu izleyen üç ay içinde pazar çöktü, birçok yetiştirici ve tüccar iflas etti. Böylece ilk modern ekonomide ilk yatırım "balonu" patlaması deneyimi yaşanmış oldu.

1600'lü yıllarda dünyada yaşam standardı en yüksek ulus Hollandalılardı. Gerçekleştirdikleri ekonomik devrimin temelinde sistemli bir biçimde havadan enerji elde etmek yatıyordu. Bu durumu 19. yüzyıla kadar sürdürdüler. Kuzey Denizi'nin öteki yakasında buharın, Britanya toplumunu dönüştürmeye başladığı sırada Hollanda'da ticarete ve endüstriye güç veren on binin üzerinde yel değirmeni bulunuyordu.



Simon Stevin rüzgâr enerjisinden başka türlü yararlanmakla da ilgilenmiştir. Scheveningen sahilinde yapılacak bir araba sefası için arkadaşı Nassau Prensi Maurice (oraya Hollandalıların Ispanya'ya karşı başarılı ayaklanmasını yönetmek için gitmişti) ve daha 26 kişiyi taşıyacak, rüzgâr gücüyle çalışan –atlardan daha hızlı gittiği ileri sürülen– bir araba tasarlayıp yapmıştı. Stevin, sayılara olan ilgisinin bir başka sonucu olarak Hollanda muhasebeciliğine çift taraflı defter tutmayı getirmişti. Ayrıca kesirlerin ondalık sistemde gösterilmesini de onun geliştirdiği düşünülür.



Aşağıda: Hollanda'da Kinderdijk'teki büyük bir tarım arazisinin drenajı için 1740'lı yıllarda yapılmış 19 yel değirmenlik bir sistemin parçası olan bir sıra yel değirmeni görülüyor.

SÜREKLİ DEVİNİM (DEVRİDAİM)

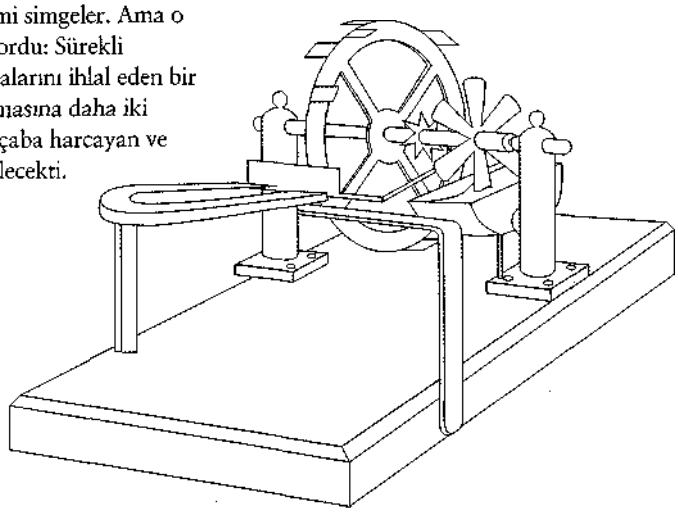
Kusursuz güç kavramı da Stevin'in ilgisinden kaçamamıştı. Bedava enerji düşü, ondan önce yaşamış en parlak zekâlardan bazılarını da ayartmıştı. Bavyera'da icat edilen "büyülü tekerlek"te bir dönme dolaba tutturulmuş mıknatıs taşları kullanılıyordu; böylece tekerlek –sürtünme onu durdurana dek– kendi kendine hareket ediyordu. Çizim defterine büyük ortaçağ katedrallerinin yapılışlarını kaydeden Fransız mimar ve yapı ustası Villard de Honnecourt da bir tekerleğe bağlı ağırlıkları temel alan bir devridaim makinesi tasarlamıştı. Hatta Leonardo da Vinci bile helikopter, denizaltı ve paraşüt tasarımlarının arasında sürekli güç sağlayacağını ileri sürdüğü bir su çarkının planlarını yapmıştı. Ancak Stevin'in aklı, çarklardan değil de toplardan oluşan özel bir kuramsal aygıta takılmıştı –bir eğik düzlemden aşağı yuvarlanan ve sonra daha kısa bir başkasından yukarı doğru çıkan toplardan oluşan bir zincirdi bu. "Aşağı" tarafta, "yukarı" taraftakine göre daha çok top olacağından toplardan oluşan zincir sonsuza dek dönecekti. Stevin gerekli hesapları yaptı ve üzülerek öyle olmayacağını gördü; bu hesaplarıyla da mekanikte hâlâ geçerli olan statik denge ilkesini geliştirdi.

Hemen hemen Galileo'nun atış denemeleri yaptığı (*bkz.* 1. Bölüm) dönemde Stevin de kendi kuvvet çözümlemelerini yapıyor, eğik bir düzlemdeki hareketin yatay ve düşey bileşenlerini matematiksel olarak bulmaya çalışıyordu. O, ilkeleri kavramayla ve kanıtları sınamayla ilgilenen çok yönlü bir bilim insanı ve ilk "bilimsel" düşünürlerden biriydi. Amaçlarından biri, geçmişin yitirilen erdemini geri getirmek ve iletişimin Flemenkçeyle sağlandığı –çeşitli Avrupa dillerindeki sözcüklerin çevirilerini karşılaştırmış ve en iyi iletişimin Flemenkçeyle kurulabileceği sonucuna varmıştı– yeni bir evrensel bilgi çağına öncülük etmekti. Bu sayede, Latince konuşan elitlerden daha ileri gidileceğine inanıyordu. Ondalık hesaplar üzerine yaptığı çalışmasının kapağına şöyle yazmıştı: "Simon Stevin gökbilimcilere, ölçümle uğraşan herkese ve tüccarlara bol şans diler." Ne yazık ki Flemenkçe bilim dili olamadı. Belki de olağanüstü bilimsel çalışmalarına ve çevresindeki herkesten daha çok yayın yapmasına karşın, bugün olduğu kadar o gün de çok az kişi tarafından tanınmasının nedenlerinden biri de budur.

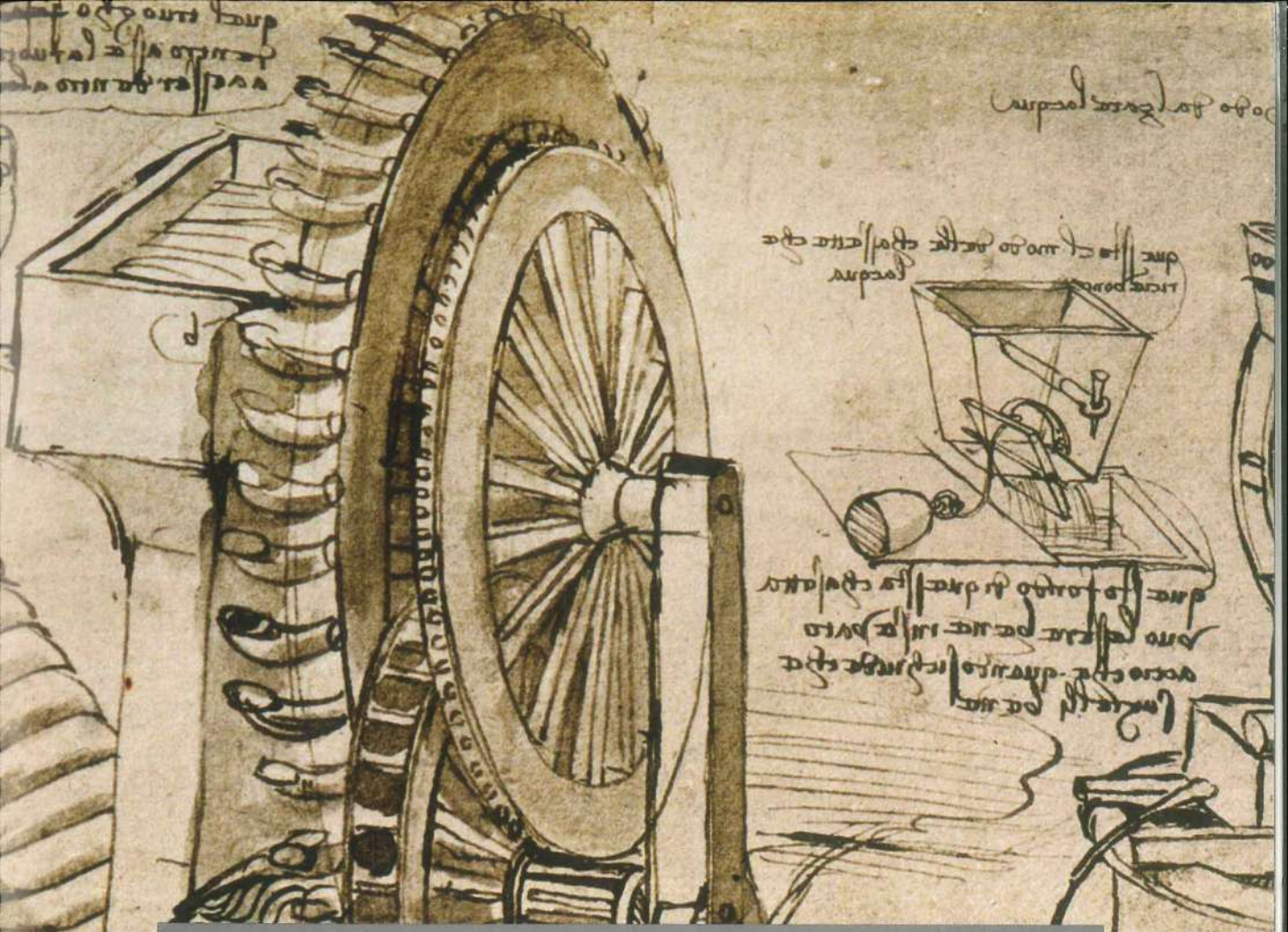
Sağda: Leonardo da Vinci'nin yaptığı bazı su çarkı ve Arşimet burgusu (suyu yükseğe taşıyan basit bir alet) çizimleri ve Leonardo'nun kolayca tanınan "ayna yazısı"yla aldığı notlar görülüyor.

Aşağıda: Suyun döküldüğü bir kanalın ucunda yer alan ve öteki uçtaki bir başka çarkı döndüren su çarkları, devridaim makinelerinin tıpkı tasarımlarında sık sık kullanılırdı.

Stevin'in çalışmaları, "gücün tarihi"nin ilk dönemlerinde, kuramın pratik sonuçlar üzerinde büyük etkisinin olduğu, olağanüstü bir dönemi simgeler. Ama o kendisinden başka kimsenin bilmediği bir şeyi de biliyordu: Sürekli devinimin aslında termodinamiğin birinci ve ikinci yasalarını ihlal eden bir olgu olduğunu. Kuramcıların bu yasaları ortaya çıkarmasına daha iki yüz yıl vardı. O zaman da güç dünyası, her kuruş için çaba harcayan ve ellerini kirletmeye hazır insanlar tarafından dönüştürülecekti.



"Stevin'in çalışmaları, gücün tarihinin ilk dönemlerinde, kuramın pratik sonuçlar üzerinde büyük etkisinin olduğu, olağanüstü bir dönemi simgeler."



DEVRİDAİM MAKİNELERİ

Robert Fludd'un 1618'de tasarladığı "su burgusu" içeren devridaim makinesi pratik uygulamalar için tasarlanmış böylesi ilk makinedir –değirmentaşını döndürmesi düşünülmüştür. Çalışmaya başlaması için hiçbir enerjiye gereksinim duymayan ve sürekli çalışan makinelere ilişkin fikirlerin tarihi 12. yüzyıla kadar uzanır. 1150'de Bhaskara adlı bir Hintli matematikçi sonsuza dek dönebilen bir çark tasarladığını ileri sürmüştür. Bu konuda kafa yoran sonraki hayalperest kuşakların da çalışacağına inandığı basit bir ilkesi vardı. Buna göre "Dengesi bozuk" bir tekerleğe tutturulan birtakım ağırlıklar dönüşün alt noktasına geldikten sonra da ilerliyor ve sonra ters dönüp gerisin geri yukarıya çıkabiliyor, böylece tekerlek de sonsuza kadar dönebiliyordu. Ortaçağda Bavyera'da düşünülen "büyülü tekerlek"in temelinde mıknatıslar vardı. 16. yüzyılda kendi esintisiyle çalışan yel değirmeni olduğu iddia ediliyordu. Kraliçe I. Elizabeth'in danışmanlarından John Dee, bir devridaim makinesi gördüğünü ama nasıl çalıştığını incelemek için yanına yaklaştırılmadığını ileri sürmüştü. Aydınlanma'nın en yaratıcı beyinlerinden bazıları bile kendilerini bu yanlış fikre kaptırmaktan alamamışlardır. Hava pompasını kusursuzlaştıran Robert Boyle kendi kendine dolabilen bir kap tasarlamıştı. Bu konu 1685'te Royal Society'de ciddi olarak ele alınmıştı. Ne var ki termodinamiğin birinci ya da ikinci yasasını –belki her ikisini birden– ihlal ettikleri için bu aygıtların hiçbiri gerçekte çalışamazdı. 18. yüzyılın sonlarında Fransız Kraliyet Bilimler Akademisi devridaim makinelerine yönelik fikirlerle ilgilenmeyeceğini duyurdu. Çok daha yakın bir zamanda da ABD Patent Bürosu devridaim makineleri için yapılan başvurularda çalışan bir modelin de bulunmasını şart koştu.

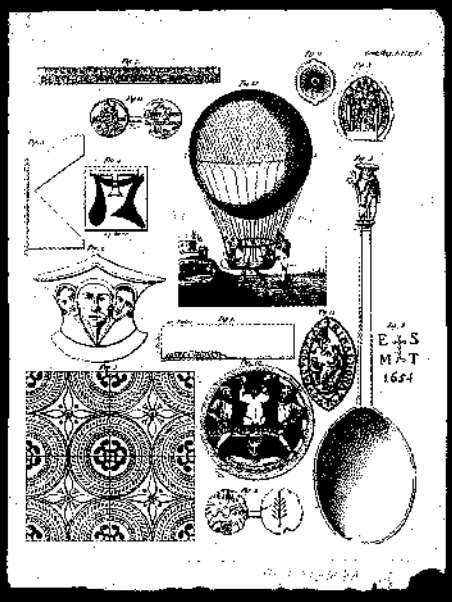


Solda: Lunar Society üyeleri toplantı yapmak için dolunaylı gecelerde sıklıkla ve kendilerine de (göz.) Ay anlamına gelen Latince "Luna" sözcüğünden alan ve ingilizcede "çılgın" anlamına gelen "lunatick" diyorlardı.

AY ADAMLARI

1770'li yıllarda dolunaylı geceler, bir kahvehaneden ya da arkadaşlarla yenen bir yemekten evine dönen bir beyefendinin yolunu kesecek olan haydutlar ve hırsızlar için işlerin kesat gitmesi demekti. Oysa İngiltere'nin ortasında yer alan ve hızla büyüyen endüstri kenti Birmingham'daki sıra dışı bir arkadaş grubunun her ay yapılan toplantıları için böylesi geceler, eve ay ışığı altında güvenle dönebilmek için özellikle seçiliyordu. Bu, Lunar Society (Ay Derneği) olarak tanınmaya başlanan bir topluluktu ve üyeleri farklı özellikler taşıyordu. O dönemde kulüpler ve dernekler pek modaydı. Ancak bu, aristokratların bir araya gelip içki içtiği bir dernek değildi. Üyeleri, yaşadıkları toplumun geçirdiği dönüşümü hızlandırmakla ilgilenen ya da bu alanda çalışarak geçinen gerçekçi ve becerikli insanlardı. Bir bölümü din adamıydı, bir bölümününse dinle ilgisi yoktu; bazıları radikal kişilerdi, bazılarıysa muhafazakârdı. Ama hepsi de derneğin kapısından içeri girerken politik ve dinsel görüşlerini arkalarında bırakıyordu. Çünkü içinde yaşadıkları olağanüstü yüzyılda ortaya çıkan heyecan verici bilimsel ve teknik konular üzerine konuşmak için toplanıyorlardı. Tümü de Sanayi Devrimi'nin içinde yer alan önemli kişilerdi: seramik üretimine fabrika sistemini getiren sanayici Josiah Wedgwood, Charles Darwin'in büyükbabası Erasmus Darwin, buhar makinesini geliştiren James Watt, girişimci ve sanayici Matthew Boulton, demir üreticisi John Wilkinson, Britanya'da tekstil endüstrisini makineleştiren Richard Arkwright ve zaman zaman Amerika'dan gelip katılan düşünür ve politikacı Benjamin Franklin.

"İçinde yaşadıkları olağandışı yüzyılda ortaya çıkan heyecan verici bilimsel ve teknik konular üzerine konuşmak için toplanıyorlardı."



Yukarıda: Gentleman's Magazine'in 1375 ilkli sayfasındaki bilimle yer alan, Lunar Society üyelerinin buluştuğu bir sayfa görülüyor.

Düşüncelerle, keşiflerle, icatlarla ve bunların nasıl işe yarayabileceğiyle ilgileniyorlardı. 18. yüzyılda birçok yeni düşünce ortaya çıkmış ve bunlar da *Philosophical Transactions of the Royal Society*'den (Kraliyet Derneği Felsefi Kayıtları) *Gentleman's Magazine*'e (Beyefendinin Dergisi) kadar değişen bir yelpazede yer alan birçok dergide yayımlanmıştı. Bu, John Harrison'un denizdeyken hangi boylamda olunduğunu ölçen denizci kronometresini kusursuzlaştırmak için verdiği uzun çabanın sonlandığı yüzyıldı. Bu, aynı zamanda Eski Yunan'ın hava ve su gibi temel "element"lerinin bileşenlerine ayrıldığı (*bkz.* 2. Bölüm), Uranüs adlı yeni bir gezegenin keşfedildiği ve Kaptan James Cook gibi denizcilerin büyük okyanus seferlerinden geriye şaşırtıcı bitki ve hayvan koleksiyonlarıyla döndüğü bir yüzyıldı. Bu, yazar ve düşünürlerin aydınlanmış rasyonel düşüncenin mistik inanışları ve batıl düşünceyi kovacağını ileri sürdüğü; öncü iki güç İngiltere ile Hollanda sayesinde maddi ilerlemenin yanı sıra, politik ve düşünsel özgürlüklerin de yaşanacağı yeni bir çağa, "Mantık Çağı"na, girileceğini iddia ettikleri bir yüzyıldı. Bu, kısaca Aydınlanma olarak bilinmeye başlanan çağdı.

ELEKTRİK

Aydınlanma'yı belki de her şeyden daha iyi tanımlayan ve onunla özdeşleşen bilimsel olgu elektriktir. Elektrik terimini Kraliçe I. Elizabeth'in doktoru olan William Gilbert türetmiştir. Gilbert manyetizma üzerine yıllar süren çalışmalarıyla Dünya'nın kendisinin bir manyetik yapısı olduğu ve pusula ibrelerinin bu nedenle hep kuzeyi gösterdiği sonucuna ulaşmıştır. 1600'de yayımlanan kitabı *De Magnete*'de (Mıknatıs) kumaşı kehribara ve başka maddelere sürterek –her ne kadar kendisi onun ne olduğunu bilmese de– durgun elektrik yükü üretmek için yaptığı deneylerin ayrıntılarına da yer vermişti. Onlarca yıl boyunca bunun için en iyi yöntemin bir cam çubuğu bir kedinin tüylerine sürtmek olduğunu düşündü. Sonunda çubuk tüyleri, iplikleri ve kâğıt parçalarını kendine çekiyor ya da küçük bir kıvılcım çıkartıyordu. 1660'lı yıllarda daha çok boşluk (vakum) üzerine yaptığı çalışmalarla bilinen Otto von Guericke adlı bir Alman, elektrik yükü üreten bir "sürtünme makinesi" icat etti. Makinenin kükürtten yapılma küresi dönüyor ve isteyen de ona eliyle dokunabiliyordu.

18. yüzyılın başında Londra'da kurulan Royal Society, doğabilimcilerin ("bilim insanı" terimi yüz yıl kadar sonra ortaya çıkmıştır) tartıştığı, deneyler yaptığı ve kuramlar geliştirdiği bir yerdi. Aynı zamanda Berlin, Paris ve Floransa'dakiler gibi Avrupa'nın çeşitli kentlerinde de bulunan ve birbiriyle sıkı ilişki içinde olan benzer bilimsel kurumların oluşturduğu bir ağın da parçasıydı. Derneğin başkanı Isaac Newton'du. Francis Hauksbee de onun çırağı ve deneycisiydi. Hauksbee, Guericke'nin kükürt küresinin yerine kullanılacak bir cam küre sayesinde üzerinde çalışılabilecek sürekli bir elektrik yükünün üretilebileceğini fark etti. 1709'da yayımladığı *Physio-Mechanical Experiments* (Fizyo-Mekanik Deneyler) adlı kitaptan sonra dersliklerde, özel partilerde ve halka açık etkinliklerde yapılan elektrikli gösterilerde büyük bir artış yaşandı. Eski bir kumaş boyacısı olan Stephen Gray de elektriğe tutkuyla bağlananlardandı. Gray sistemli biçimde deneyler yapıyor, çok uzun iplerden ve kablolardan elektrik geçirme yöntemlerini iyileştirmeye uğraşıyor ve elektrik yükünü ileten ve iletmeyen maddeleri tanımlayıp sınıflandırıyordu. Gray en etkileyici gösterilerinden birinde, tavandan ipek iplerle sallandırılan bir çocuğa sürtünme makinesiyle ayaklarından durgun elektrik yüklüyor ve metal parçalarının çocuğun parmaklarına doğru çekildiğini gösteriyordu. Küçük ya da büyük olsun, kıvılcım üreticileri de çok revaçtaydı; yemekli partilere katılan konuklara kıvılcım çıkaran çatal bıçak takımları sunuluyordu.

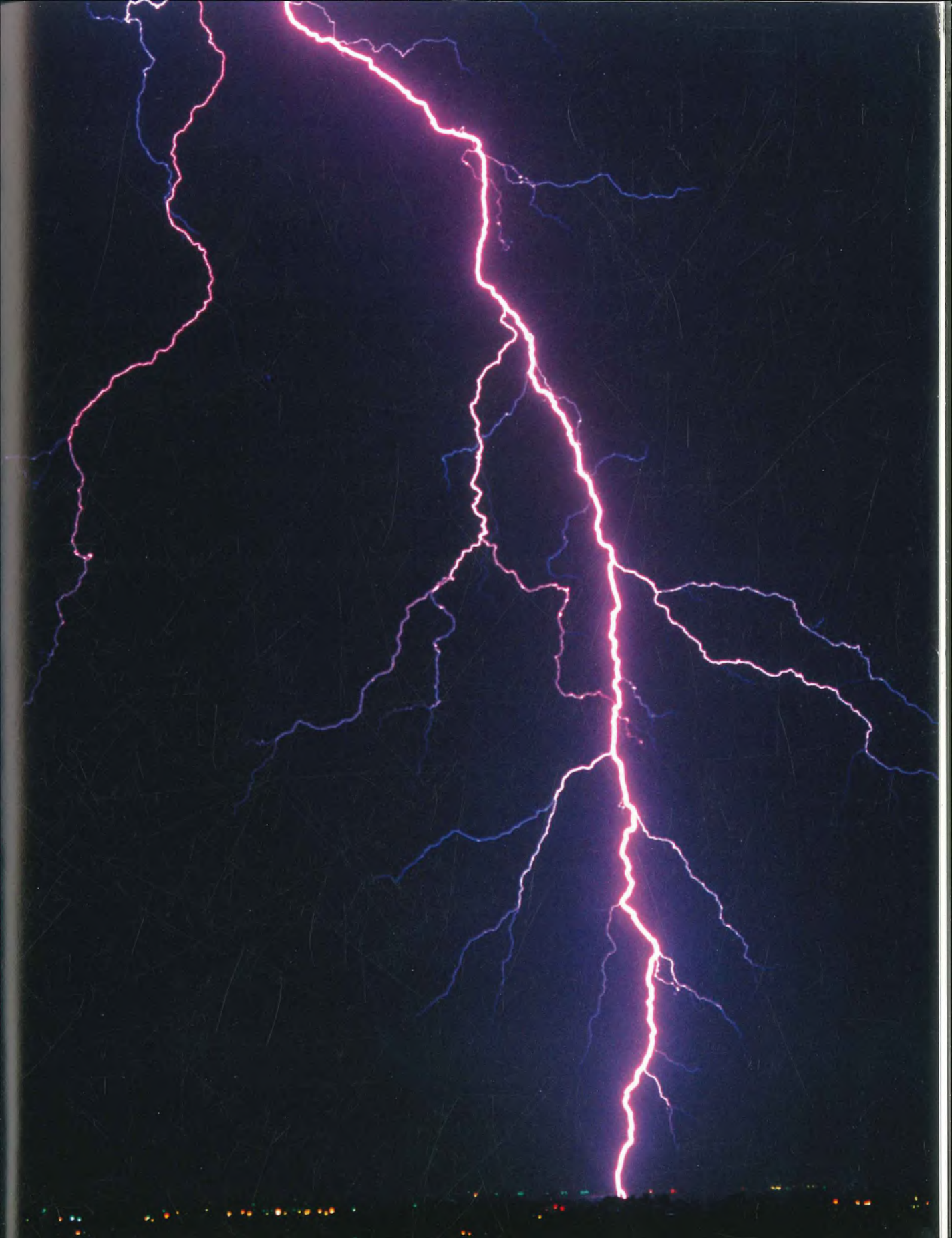
"Elektrik terimini, manyetizma üzerine yıllarca çalışıp Dünya'nın manyetik bir yapısı olduğu sonucuna ulaşan William Gilbert türetmiştir."



Bilimsel olarak da biraz farklı bir öyküydü bu. 1740'lı yılların ortasında Leiden Üniversitesi'nde çalışan Pieter van Musschenbroek adlı matematik profesörü bir miktar

Sağda: Böyle devasa yıldırım parlamalarının aslında münik durgun elektrik kıvılcımlarıyla ilişkili olması gerektiğini ortaya çıkaran Aydınlanma'nın düşünürleriydi.

Solda: Musschenbroek'in "Leyden kavanozu" olarak da bilinen ilk kondansatörlerinden biri görülüyor. Deneylerde kullanmak üzere elektriğin depolanabilmesi, bu ilginç olgunun aydınlatılabilmesi için büyük önem taşıyordu.







suyla doldurulmuş, tepesindeki mantardan dışarı bir tel çıkan büyükçe bir cam kavanozdan ibaret ilk kondansatörü icat etmişti. Musschenbroek bir sürtünme makinesiyle kavanozun yüklenebildiğini ve büyük bir elektrik şoku üretip boşalana kadar da bu yükü koruduğunu fark etmişti. Bu duruma ilişkin "yeni ama çok berbat bir deney, denemenizi hiç önermem," diye yazmıştı. Ne var ki bu ters pazarlama yöntemi sayesinde aygıtı, Avrupa'nın her yanındaki doğabilimciler ve şovmenler tarafından kullanılmaya başlandı. Aygıt giderek iyileştirildi ve kısa süre sonra bir dizi kavanozdan oluşan bataryalar çok daha büyük –ciddi zararlara yol açacak hatta küçük hayvanları öldürecek kadar– yük boşalımı sağlamak üzere kullanılmaya başlandı.

Elektriğin depolanabilmesi, ciddi bilimsel çalışmalar için önemli bir gelişmeydi. Ancak doğabilimciler de işin eğlence yönünü ön planda tutuyordu. Fransız rahip ve doğa felsefecisi Abbé Nollet, Musschenbroek'in aygıtına "Leyden kavanozu" adını koymuştu. Nollet bunlardan birini kullanarak el ele tutuşmuş 200 keşişe elektrik vermiş ve üzerinden akım geçen keşişlerin sırayla sıçrayışını izlemişti. Amerika'da da Benjamin Franklin, yıldırımdaki elektrik yükünü çekmek amacıyla yaptığı ünlü deneyden sonra Aydınlanma düşünürü olarak ün yapmıştı –bu arada paratonerin patentini almayı da ihmal etmemişti. Ne var ki o bile kendini tutamayıp konuklarına içinden elektrik geçirilmiş şampanya ve elektrik şokuyla öldürülmüş hindi eti sunuyordu.

Bütün bunlar olurken bir şey iyice açıklığa kavuşmaya başladı: Aslında kimsenin elektriğin ne olduğuna ilişkin bir fikri yoktu. William Gilbert onun kötü kokulu bir atık olduğunu düşünürken Hauksbee'ye göre o elektriksel bir kuvvetti. Newton, onun da yaşamın özünün bir parçası olabileceğini düşünüyordu.

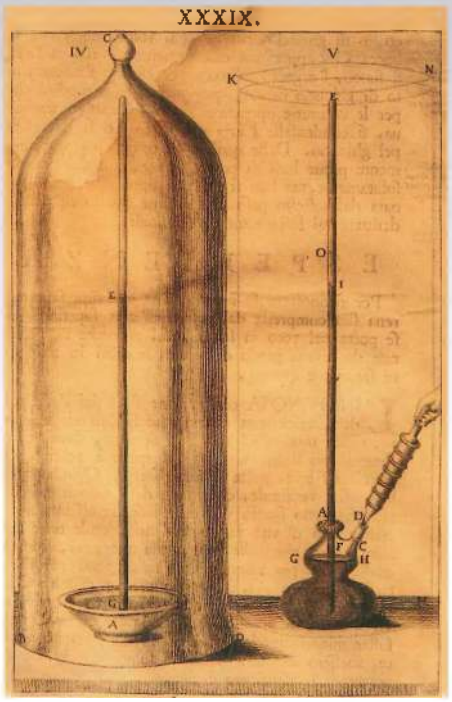
Yukarıda solda: Stephen Gray'in durgun elektrik yüklerinin iletimi üzerine yaptığı ilk deneylerden birinin resimli canlandırması görülüyor.

Yukarıda sağda: William Gilbert'in 1600'de yayımladığı manyetizmaya ilişkin kitabı *De Magnete*'in 17. ve 18. yüzyıllarda deneysel bilimin gelişmesinde önemli etkileri olmuştur.

Joseph Priestley, onun yaşamı düzenleyen bir sıvı olduğuna inanıyordu. Franklin ise elektrik için iki akışkanlı bir kuram öneriyordu. Metodistlerin kurucu lideri John Wesley ne olursa olsun onun toplumdaki yoksulların evrensel ilacı olduğuna inanıyordu. Wesley ülkeyi gezmiş ve her gün takipçilerinden bazılarını iyileştirmek için elektrikle ameliyat etmişti. Ve kuşkusuz her ne olursa olsun elektrik para kazanmak için iyi bir fırsat demekti. Gösteri dünyası elektrikli eğlencelerden iyi para kazanıyordu. Bu, tıbbın da diğerleri gibi –ama insanlara sunacak biraz daha çok şeyi olan– bir iş alanı olarak görüldüğü bir dönemdi. İnsan bedeni üzerindeki belirgin etkisi nedeniyle elektrik bir anda "her derde deva" bir ilaç oluverdi. Belki de bu durumun en uç örneği, çocuğu olmayan çiftlere yönelik, içinde bir "Elektrikli Göksel Yatak" bulunan Temple of Health'i (Sağlık Tapınağı) kuran Edinburghlu bir tıp öğrencisinin yaşadığı, başarısızlıkla sonuçlanan olaydı.

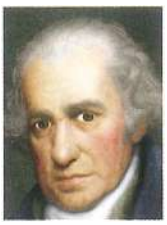
"Bütün bunlar olurken bir şey iyice açıklığa kavuşmaya başladı: Aslında kimsenin elektriğin ne olduğuna ilişkin bir fikri yoktu."

BOŞLUK



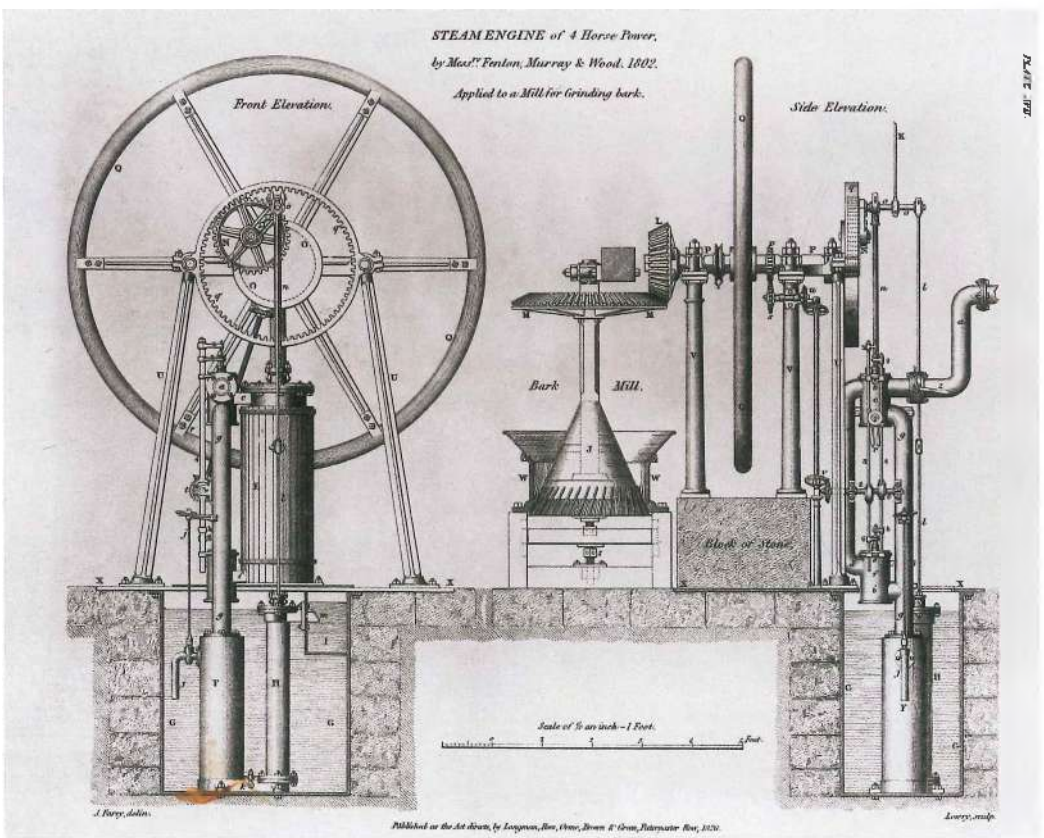
Doğa boşluktan hoşlanmaz görüşü olasılıkla "boşluk her zaman bir şeyleri içine çekmeye çalışır ve çeker" diyen Aristoteles'ten kaynaklanır. Bu, 17. yüzyılın ortalarına kadar ateşli tartışmaların yapıldığı bir konuydu. Galileo'dan sonra Pisa Üniversitesi'nde matematik profesörü olan Evangelista Torricelli o dönemde bir emme basma tulumbayla suyun yaklaşık 10 m'den daha yukarıya neden yükseltilemediğini araştırıyordu (artık hava basıncını yenmenin olanaksız olduğu için öyle olduğunu biliyoruz). Uzun bir cam tüpe cıva doldurdu ve onu ters çevirip içi yine cıva dolu bir kaba yerleştirdi. Sonra tüpün içindeki cıva düzeyinin –kabın içindeki cıvaya etki eden atmosfer basıncının dengelediği noktaya kadar– düşüşünü izledi. Torricelli tüpün içinde cıvanın boşalttığı tepe bölümünde boşluk (vakum) oluştuğunu ileri sürdü. Sonra bu tüpteki cıva düzeyinin atmosfer basıncına göre değiştiğini fark etti ve ilk barometreyi icat etmiş oldu. 1650'de Alman Otto von Guericke ilk vakum pompasını yaptı. Bu aygıt ileride başkalarınca daha da geliştirildi ve gazlar üzerine çalışmalarda kullanılan en temel bilimsel aygıtlardan biri oldu.

BUHAR



James Watt
1736–1819

Lunar Society'nin üyeleri bilginin, merakın ve kazancın ön planda olduğu böyle bir ortamda arkadaşlıklarını sürdürdüler. Aralarında öne çıkan iki kişi vardı: Buhar gücüyle giden araba, yatay yel değirmeni ya da konuşan bir robot başı gibi –her ne olurlarsa olsunlar– yeni fikir ve icatları destekleyen Erasmus Darwin ve gözü hep parada olan Matthew Boulton. Darwin elektriğin insan ruhunun anahtarı olup olmadığını düşünürken, Boulton onun tümüyle maddi bir şey olduğunun farkındaydı.
Ama her ikisi de ilerleme düşüncesine inanıyor ve onu gerçekleştirmeye çalışıyorlardı. Boulton'a, düğme, toka, şamdan, enfiye kutusu, makas vb. küçük ama lüks eşyalar üreten bir dükkân miras kalmıştı. Oyuncak yapımcısı olarak bilinirdi. O, bir gözü hep pazarlama ve hamilikte olan iyi bir iş adamıydı; Londra'nın hızla yükselen ve kraliyet ailesine yakınlaşan bir simasıydı. Zamanla işini büyüttü ve Birmingham'ın hemen dışında Soho'daki bir fabrikaya taşıdı; kendisi de yanındaki büyük eve yerleşti. Burası ileride endüstriyel gelişmenin ve başarının merkezlerinden biri olarak anılacaktı.
Soho'nun su kaynağı çok düzensiz akıyor, bu nedenle de su değirmenleri verimli çalışamıyordu. Bunun üzerine Boulton buhar gücünü gündemine aldı. Lunar Society'nin arkadaş ve yazışma ağı sayesinde ileride birlikte endüstri dünyasını dönüştüreceği adamla tanıştı: James Watt.

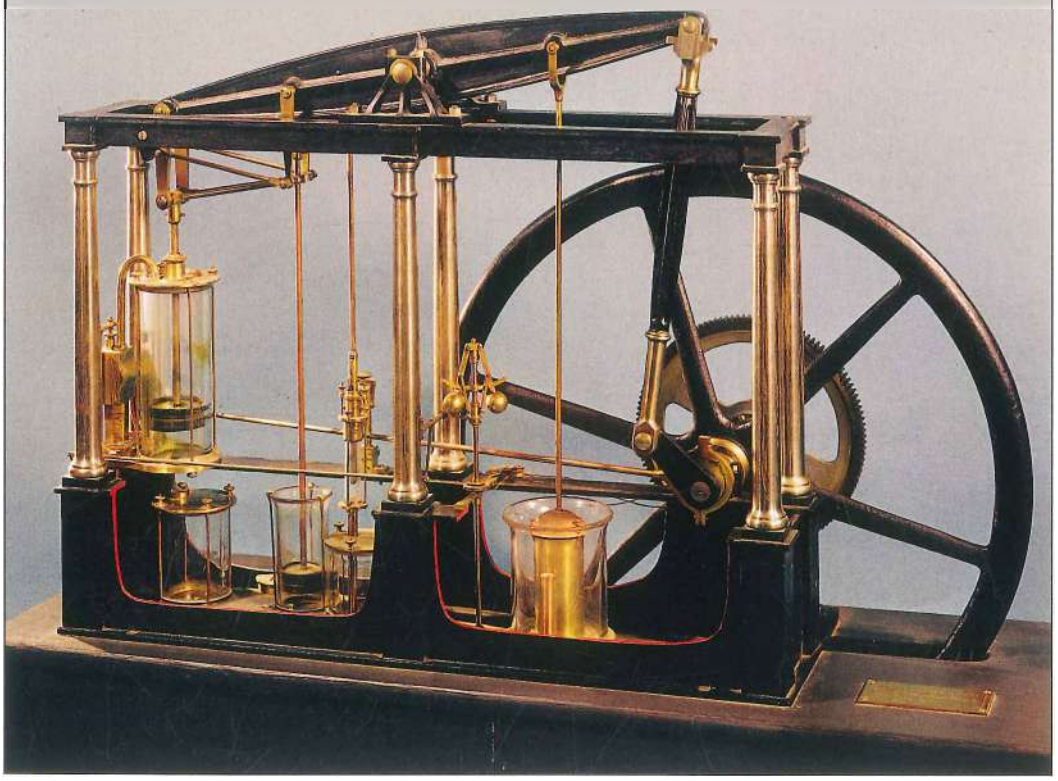


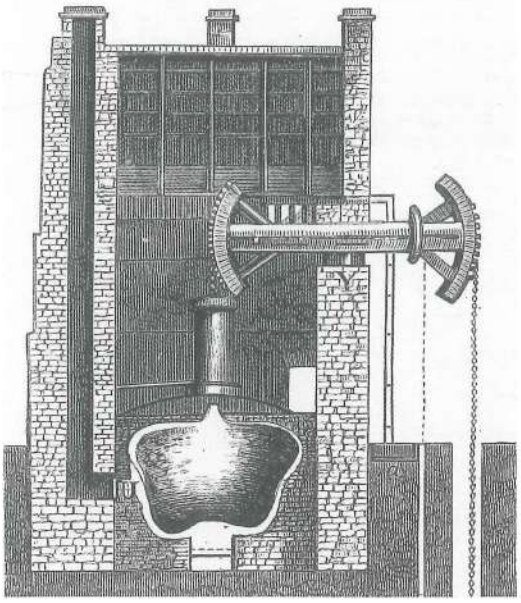
Solda: Murray, Fenton ve Wood'un ilk buhar makinelerinden birinin çizimi görülüyor. Soldaki pistonun üzerindeki bir dizi çark patent sınırlamalarından kaçınmak için kullanılan "hiposildoidal dişli"yi oluşturuyor.

İskoç alet yapımcısı Watt'ın Glasgow'da küçük bir dükkânı vardı. Burada gaydadan gökbilim kadranına ve perspektifli çizim aletlerine kadar her şeyi onarır ve satardı. Yaygın bir söylenceye göre Watt, buhar makinesini çocukken gördüğü sallanan bir çaydanlıktan esinlenerek yapmıştı. Aslında buhar makinesini icat eden kişi Watt değildi. Bunun gerçek öyküsü biraz daha karmaşık, daha kirli ama daha anlamlıdır.

WATT'IN BULUŞU

Newcomen'ın "atmosfer" motorunda, kazandaki buhar, pistonun altındaki boşluğu doldurmak için borularla büyük bir metal silindire iletilir. Sonra borulara hızla soğuk su verilir; böylece buhar yoğuşur ve sıvı su olur. Bu durumda silindirin içinde ani bir vakum ortaya çıkar. Dıştaki atmosfer basıncı pistonu hızla silindirin içine iter ve bu sırada öteki ucundaki pompayı çalıştıran bir kol da çekilir. Sonra bu kol ağırlığıyla geri iner ve öteki uçta buharı yönlendiren pistonu kaldırır. Çevrim bir kez daha başlar. James Watt'ın buna en önemli katkısı, ana silindirde vakum oluşturmak amacıyla buharı soğutmak için borularla içine taşındığı ayrı bir "yoğuşturucu bölme" eklemek olmuştur. Böylece silindiri yeniden ısıtmak için enerji harcanması gerekmiyordu. Watt'ın buhar makinesi Newcomen'ın makinesinden yüzde 75 daha az kömür tüketiyordu. Bu da onu maden sahipleri için daha ekonomik yapıyordu.







Yukarıda: Newcomen'ın makinesinin tam boy resmi ve Warwickshire'daki Griff madenkömürü ocağı için yapılmış bir model görülüyor.

Buhar makineleri aslında Aydınlanma çağından önce de biliniyordu. Dışa doğru püsküren buharın gücüyle dönen, top benzeri küçük bir aygıtın MS 1. yüzyıldan kalma kayıtları vardı. 16. ve 17. yüzyıllarda Osmanlı İmparatorluğu'nda ve İtalya'da yapılmış bazı buhar türbini tasarımları da bulunuyordu. Ayrıca Thomas Savery adlı İngiliz mucit Madencinin Dostu adını verdiği "Ateş Yardımıyla Suyu Yükselten Bir Makine"nin patentini 1698'de almıştı. Bir de Fransa'dan Denis Papin'in yaptığı ilkel bir düdüklü tencere olan "buhar kazanı" vardı. Ama kullanışlı ilk buhar makinesi Thomas Newcomen'ın geliştirdiği "atmosfer makinesi"ydi. Devon'da hırdavatçılık yapan ama aynı zamanda vaiz de olan Newcomen, Savery'nin patentini devralmıştı. Onun düşüncesini kökten geliştirmiş ve Britanya'nın değişik yerlerine kendi makinesinden 75 kadar kurmuştu. Britanya'da endüstrinin gereksinim duyduğu kömürü, kurşunu, bakır ve kalayı daha çok çıkartabilmek için madenlerde daha derinlere inmek gerekiyordu. Bu da maden kuyularında biriken suyun pompalanmasını zamanla daha önemli bir konu haline getirmişti. Buhar makinesinin gelişiminin ardında yatan etken, giderek artan su pompalama gereksinimiydi.

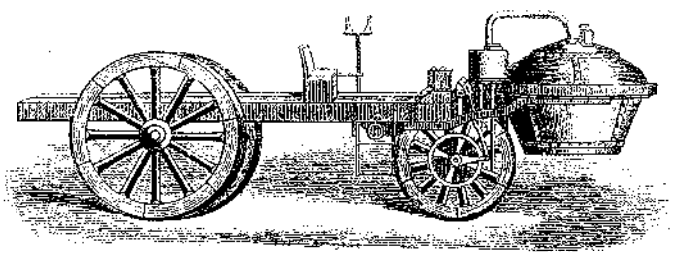
Newcomen'ın makinesi çok verimsizdi. Buharın yoğuşturulup vakum oluşturulması için –ki pistonun hareketini bu sağlıyordu– ana silindir soğutuluyordu. Böyle olunca da ana silindirin yeniden ısıtılması için çok büyük bir enerji harcanması gerekiyordu. James Watt konuyla ilgilenmeye başladığında buhar dünyası işte, bu durumdaydı. Glasgow Üniversitesi'nden bir arkadaşının harekete geçirmesiyle birlikte ikili, buhar gücüyle çalışan bir araba yapılıp yapılamayacağını düşünmeye başladı. Watt bir tane yapmayı denedi ama çalıştıramadı.

1760'ta üniversite ondan Newcomen'ın makinelerinden birini onarmasını istedi. Watt iyi bir iş çıkardı ama bu arada makinenin veriminin düşüklüğü karşısında düş kırıklığı da yaşadı. Biraz depresif biriydi ama becerikli ve mükemmeliyetçi bir mühendisti. Bulmacalardan hoşlanırdı. Kimse ondan, daha iyi bir buhar makinesi tasarlamasını istememişti. O kendi başına bu işe soyundu. Sonradan yazdığına göre verim artırma sorununu çözmesini sağlayan basit ama etkili düşünce, Glasgow Green'de yürürken bir anda aklına gelivermişti. Buharın, pistonun da bulunduğu ana silindirden ayrı bir bölmede soğutulması ve yoğuşturulması sağlanırsa, silindirin hep sıcak kalacağını ve bunun da ısı ve yakıt verimini çok daha yükselteceğini fark etmişti. Yani aslında buhar makinesini Watt icat etmedi; o ayrı bir yoğuşturucu bölme düşüncesini buldu. Ama bu da olağanüstü başarılı bir değişiklikti.

"Britanya'da daha çok kömür, kurşun, bakır ve kalay çıkartabilmek için madenlerde giderek daha derinlere inmek gerekmişti."

İLK BUHARLI ARABA

James Watt'ın buhar gücüyle giden araba yapma girişimi başarısızlıkla sonuçlanmıştı. Ama Lorraine'de yaşayan Fransız askeri mühendisi Nicholas-Joseph Cugnot'nun elde ettiği sonuç daha farklıydı. 1769'da Cugnot atmosfer basınç motoruna bağlı bir pistonla çalışan üç tekerlekli bir araç yapmayı başarmıştı. Ağırlığı 2,5 tonu bulan makine ertesi yıl Fransız ordusu için savaş alanına top çekecek şekilde uyarlanmış biçimiyle denendi. Araç dört kişiyi saatte 4 km hızla taşıyabildi. Ne var ki iki yıl sonraki deneme sürüşünde kontrolden çıkan makine o dönemde Paris adliyesi olan eski kraliyet cephaneliğinin duvarının bir bölümünü yıktı. Bunun üzerine deneme çalışmalarına son verildi ama Kral, Cugnot'ya aylık bağlayarak onu ödüllendirdi. Fransız Devrimi'nden sonra aylığı kesilen Cugnot, sonraki 20 yılını da sürgünde geçirdi. Ancak ölümünden kısa bir süre önce Napolyon'un emriyle yurduna dönebildi. Büyük olasılıkla ilk motorlu aracı yapmıştı; ama günümüzde adını çok az kişi biliyor.



PATENTİN GÜCÜ

Watt'ın makinesini yapacak parası yoktu. Bunun üzerine bir demir fabrikası sahibiyle ortak oldu ama yine de tam olarak çalışan bir buhar makinesi yapabilmek için oldukça çabalaması gerekti. Her şeyden çok da buhar kaçağının önüne geçecek kadar iyi bir silindir elde edebileceği bir kalıp yapmakla uğraştı. Yine de yaptığı başvuru kabul edildi ve "ateş makinelerinde buhar ve yakıt tüketimini azaltmanın yeni bir yöntemi" için patent alabildi. Patentinde bundan daha ayrıntılı bir açıklama yoktu. Bu öylesine genel bir tanımlamaydı ki herhangi birinin buhar makinesi için yapacağı her türlü iyileştirme üzerinde hak iddia edebilirdi. Gerçekten de sonraki 30 yıl boyunca patent hakkına yönelik davalar Watt'ın yaşamında büyük bir yer kapladı. İskoç bankacılık sistemi 1772'de çökünce ortağı iflas etti. Ama sonra Matthew Boulton ile tanıştı. Birminghamlı yatırımcı işe ortak oldu. Karısının ölümünden sonra Watt, 1774'te Boulton'ın Soho'daki işyerine taşındı. Buhar kaçıran silindir sorunu Lunar Society'deki başka bir bağlantı sayesinde çözüldü. Britanya ordusunun sömürgelerin sınırlarını koruyabilmesi için silah gereksiniminin artması nedeniyle bu dönemde silah sanayi gelişmeye başlamıştı. Joseph Priestley'nin kayınbiraderi de olan John Wilkinson yeni bir top dökme makinesi geliştirmişti. Bunu, Watt'ın makinesi için gereken silindiri de dökecek şekilde uyarladı. Sonuç olağanüstüydü; kusursuza yakın silindirler elde ediliyordu. Çalışan ilk buhar makinelerinden biri 1776'da Wilkinson'ın yüksek fırınlarından birinde, öteki de madenkömürü ocağındaki suyu pompalamak için Tipton'da kuruldu.

"Boulton ve Watt'ın makineleri eski Newcomen makinelerinden yaklaşık yüzde 75 daha az kömür yakıyordu."

Boulton ve Watt'ın makineleri eski Newcomen makinelerinden yaklaşık yüzde 75 daha az kömür yakıyordu. İkili, makinelerin kurma ve işletme lisanslarından ve müşterilerin sağladığı tasarrufun üçte birine karşılık gelen teliflerden iyi para kazandı (İlk başta bu tasarruflar kömür üzerinden hesaplanıyordu. Zamanla bira imalathanelerine de makineler kurulunca hesaplar aynı işin kaç atla görüleceği üzerinden yapılır oldu –ki daha sonra beygirgücü kavramı da buradan doğdu). Bir süre sonra bu teliflerden dolayı ciddi sorunlar çıkmaya başladı. Cornwall'da kalay madencileri arasındaki kıyasıya rekabet, madenlerin en iyi pompalama makinelerine sahip olmak istemesi sonucunu doğuruyordu. Maliyeti düşürebilecekleri neredeyse tek kalem buydu. Ama Watt'ın patentinde yazılı genel tanım nedeniyle madencilerle Newcomen makineleri kuranların arasında gerginlikler çıktı.



Aşağıda: 18. yüzyılda madenciler yalnızca insan ve hayvan gücünden yararlanabiliyordu. Buhar gücüyle çalışan pompalar sayesinde madenlerin güvenliğinde önemli bir ilerleme yaşandı.

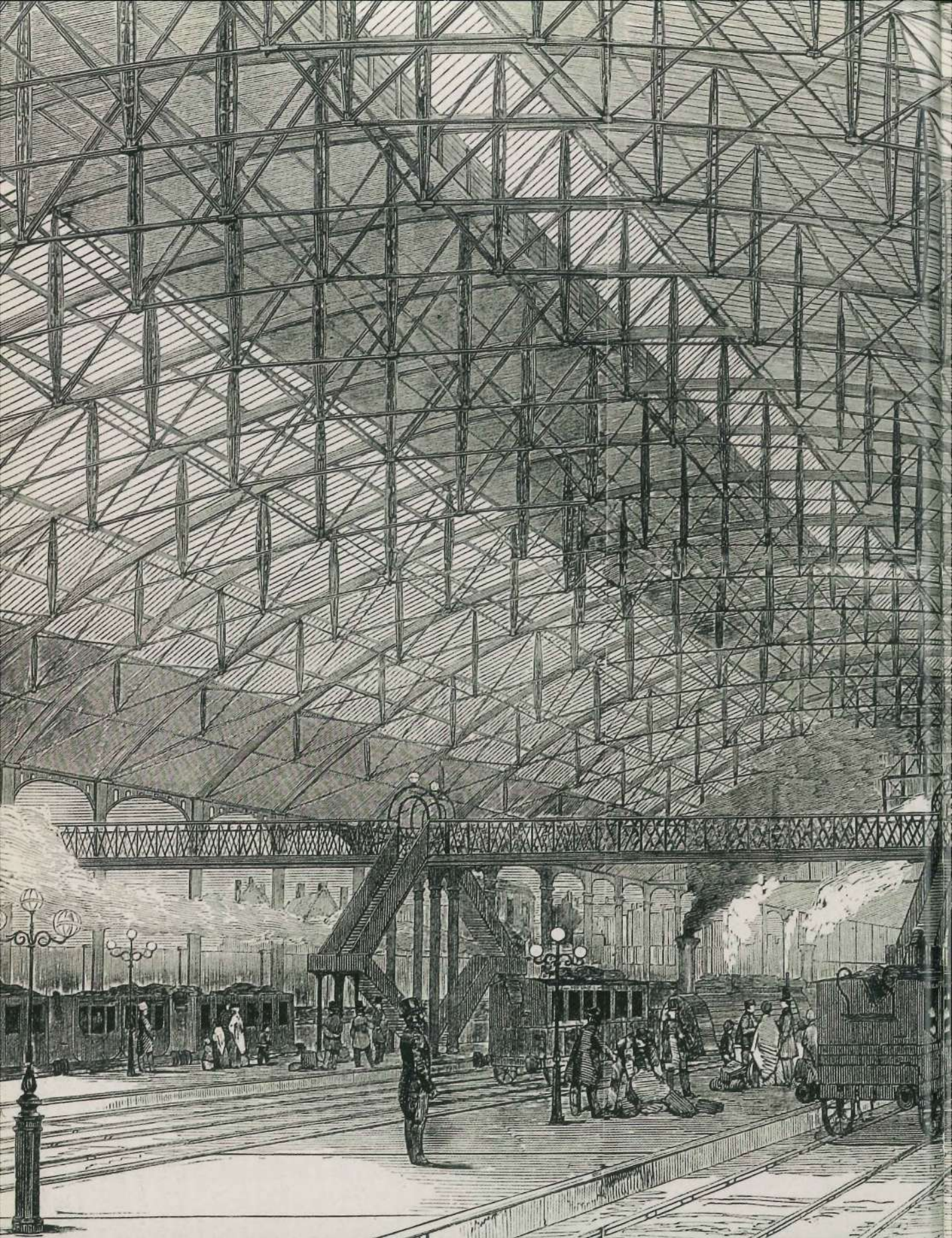
Watt da bundan sonraki yaşamında ülkenin değişik yerlerine gidip patent haklarını savunmak için çok uğraştı –ki bu, hiç de istemediği bir yaşam tarzıydı. Özellikle Cornish'teki madencilerle oldukça uğraşmıştı. Boulton ve Watt'ın ödenmeyen telif ücretleri için talep yazılarını götürmekle görevli biri, bir maden kuyusundan baş aşağı sallandırılmış ve hâlâ para isteyip istemediği sorulmuştu. Sorun yalnızca teliflerin ödenmemesi değildi; başka mühendisler Watt'ın tasarımını kopyalayıp kendi korsan makinelerini yapıyorlardı. Hatta John Wilkinson'ın bile kendi "Boulton ve Watt" makinelerini sattığı anlaşılmıştı. Bunun üzerine harekete geçen Boulton artık üretimi Soho'daki fabrikasında yapmaya karar verdi.

Yüzyılın sonuna kadar Birmingham, buhar dünyasına egemen oldu. Boulton bir keresinde James Boswell'e şöyle demişti: "Bayım, burada bütün dünyanın istediği şeyi satıyorum: Gücü." Buhar makineleri demir fabrikalarına, bira imalathanelerine, fabrikalara ve değirmenlere yani bir pistonun hareketinin dönme hareketine çevrilip kayışları, pompaları, hızarları, ağır çekiçleri ya da körükleri çalıştıracağı her yere kuruluyordu. Yüzyılın sonuna gelindiğinde patent hakları tümüyle sona erdiğinde kullanımda olan 450 dolayında Boulton ve Watt makinesi vardı.

Watt onlarca yıl içinde makinede sayısız değişiklik yapmıştı; hızı kontrol eden merkezkaç düzenleyicisi, gaz kolu valfi, çift etkili makine, birleşik makine vs. Bunların hepsi de makineyi daha verimli, işletmesini de daha istikrarlı hale getirmiş ve gücünü de artırmıştı. Ama tümü de mühendislik deneme-yanılmalarının, ampirik sınamaların ve hatta ticari rekabetin sonucunda gerçekleştirilmişti. Örneğin birinin patentli bir krank mili vardı. Bu durumda Watt, pistonun hareketini dönme hareketine çevirmek için bir başka yöntem bulmak zorunda kaldı ve bu çabanın sonucunda da "güneş-gezegen çarkı"nı geliştirdi. Makinenin hiçbir yeri kuramsal bir çalışmanın ürünü değildi. Aslında Watt'a adil davranmak gerekirse, ayrı bir yoğuşturucu bölmeye ilişkin düşüncelerini açıklarken yeni keşfedilen "gizli ısı" –buharın yoğunlaşarak sıvı suya dönüşmesinde olduğu gibi bir maddenin hal değiştirirken aldığı ya da verdiği ısı miktarı– kavramını kullanmıştı. Ama bilimin buhar makinesinin altında yatanları açıklayacak duruma gelmesine daha çok vardı. Örneğin o dönemde ısının bir madde olduğu düşünülüyordu. Yani para kazanmak için gücün nasıl kullanılacağını düşünenler "Güç nedir?" sorusunu pek önemsemiyorlardı.

"Para kazanmak için gücün nasıl kullanılacağını düşünenler 'güç nedir?' sorusunu pek önemsemiyorlardı."

Sonraki sayfa: 19. yüzyılın başında buharlı lokomotifin ortaya çıkışıyla birlikte yüksek hızlı ulaşım sayesinde toplumda bir dönüşüm yaşanacaktı.





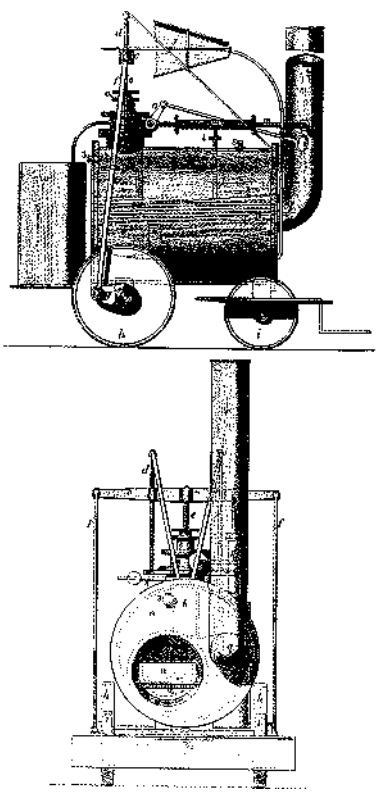
BUHAR ÇAĞI



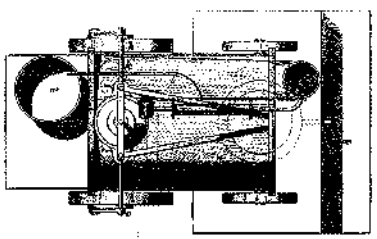
Richard Trevithick
1771–1833

Cornwall'daki telifler için girişilen mücadele, güç hakkında düşünen başkalarının da ortaya çıkmasına neden olmuştu. Her ikisinin de adı Richard olan baba ve oğul Trevithickler Cornwall'ın güçlü kalay madencilerindendi. Telif anlaşmazlığı sırasında Watt'ın adamını kuyudan sallandıran da onlardı. Boulton ve Watt makinelerinin kopyalarını üretmişlerdi. Aslında küçük Richard'ın kendisi de bir mucitti. Telif ödeme zorunluluğundan kurtulmak için çabalarken ayrı bir yoğuşturucu bölme olmadan da makineyi çalıştıracak bir yol bulmuştu. Watt'ın makinesinde silindire düşük basınçlı buhar doluyordu ve pistonun çalışması için de atmosfer basıncından yararlanılıyordu. Buna karşılık Trevithick'in makinesinde pistonu çalıştırmak için yüksek basınçlı buhar kullanılıyordu. Egzoz buharı da ayrı bir yoğuşturucu bölme yerine havaya salınıyordu. Yüksek basınç demek makinenin bütün parçalarının küçülmesi ve daha az yakıt harcanması demekti. 1790'lı yılların sonuna gelindiğinde Cornish'teki madenlerde pompalama ve havalandırma için hep Trevithick makineleri kurulmuştu. Ama Trevithick'in tarihe adını yazdıran şey, makinesinin –kömür ve su yüküyle birlikte– tekerlekler üzerine monte edilebilecek kadar küçük olduğunun ve kendi kendine ilerleyebileceğinin farkına varması oldu. 1801 yılının Noel arefesinde dünya "Puflayan Şeytan" ile tanıştı. Trevithick kendi kendine giden buharlı arabasıyla birkaç kişiyi Camborne Tepesi'ne taşımıştı. Buharlı gezintiler dönemi başlıyordu.

Aşağıda:
Trevithick'in 1801'de yaptığı "yol lokomotifi" Puflayan Şeytan'ın birkaç çizimi görülüyor.



CAMBORNE COMMON ROAD LOCOMOTIVE. 127

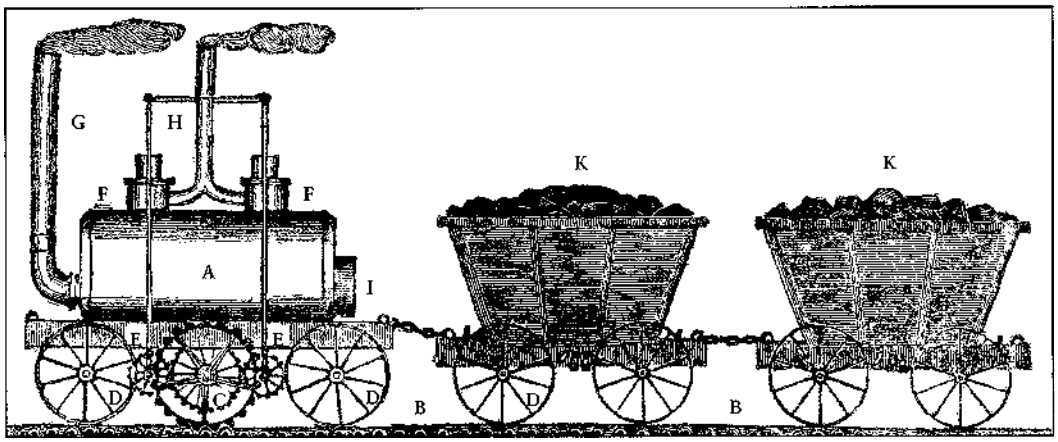


TREVITHICK'S FIRST PASSENGER-CARRYING COMMON ROAD LOCOMOTIVE, CAMBORNE, 1801.

a, cylindrical boiler with wrought-iron ends, having inside it a wrought-iron tube bent as the letter U; *p*, the fire-place, its one end of the tube; *r*, fire-bars; *o*, fire-bridge; *s*, the ash-pit; *q*, the return flue, leading to *r*, the chimney—the fire-door is not shown, as it would confuse the drawing; *c*, the steam-gauge; *z*, safety-valve; *f*, soft metal safety-plug in top of fire-tube; *β*, the bellows, blowing air into the close ash-pit, fixed to the plate-stays, and worked by the arm of its movable middle division connected with the piston-rod cross-head; *b*, steam-cylinder let into the boiler, having a close cap and bottom, with pipe for conveying steam to and from the bottom, and also the shell for the Sorrow steam-cock, and the steam-way from the boiler, all cast with the cylinder; *e*, a four-way steam-cock, worked by a rod from the cross-head, with two tappets striking the lever, *d*, up and down, and having a handle, *a*, available for the engineman; *k*, the food pole-piece, arched from the cross-head; *l*, the feed-pipe; *w*, feed-water cistern; *m*, case for heating feed-water by the passage of the waste steam through *m*, the condensation pipe, from the cylinder to the chimney; *n*, the cross-head; *f*, the two side rods; *g*, the two cranks; *h*, two driving wheels; *i*, two steering wheels; *c*, piston-rod; *d*, guides for the piston-rod cross-head.

two front or steering wheels were turned by a rod conveniently placed close to the engineman attending at the fire-door.

One result of these experiments was the immediate application for a patent, granted on the 24th March, 1802, to Richard Trevithick and Andrew Vivian, for steam-engines for propelling carriages, &c., which may be read and studied by the young engineer with pleasure and profit even in "this" age of greatly-improved steam mechanism.



Yukarıda: Georges Stephenson'ın 1814'te Blücher'de yaptığı lokomotifin çizimi görülüyor.

Açıklamalar

A Kazan
BB Demiryolu
C Buharla ya da başka herhangi bir itkiyle harekete geçirilen itici tekerlek
DD Vagon tekerlekleri
EE Bağlantı çubuğu
FF Buhar silindirleri
G Duman bacası
H Buhar ya da boşaltım borusu
I Ocak
KK Kömür ya da yük vagonları

1804'te Trevithick'in makinesi Galler'deki Merthyr Tydfil'de tekerleklerin üzerine monte edildi ve beş vagonda bulunan 10 ton demir ile 70 kişiyi, demirden rayların üzerinde 16 km boyunca taşıdı. Trevithick "Yakalayabilen Yakalasın" adını verdiği yeni bir buharlı lokomotif yaptı. Hatta Londra'da çember şeklinde küçük bir demiryolu hattı kurup eğlence gezileri bile düzenledi ama umduğu olumlu tepkiyi alamadı. Ama bu fikri benimseyen başkaları vardı ve birkaç yıl içinde buhar makineleri kömür ocaklarından vagonlar dolusu kömür çekmeye başlayacaktı. Watt'ın patentinin süresi 19. yüzyılın başında doldu. Bu sayede Boulton ve Watt'ın açacağı davalardan çekinmeden buhar gücünü kullanan yeni makineler tasarlamayı ve üretmeyi deneyen birçok kişi çıktı.

"Hem Britanya hem de dünya için gerçek Buhar Çağı yeni başlıyordu ve buhar endüstrileşmiş yaşamın her alanını dönüştürecekti."

Hem Britanya hem de dünya için gerçek Buhar Çağı yeni başlıyordu. Yüksek basınçlı buharın tıslayan gücü endüstrileşmiş yaşamın her alanını dönüştürecekti. Günlük çalışma yaşamının ritminin sürdürülebilmesi için fabrikalar, tarlalar, değirmenler ve madenler hep buhar gücünü kullanmaya başladı. Fabrikalar artık suya ya da yel değirmenlerine bağımlı değildi. Buharlı tren, insanların ve malların taşınmasında yeni bir çığır açmıştı. Buhar makinesinin işleyişinden doğan ama şimdi artık birtakım insan davranışlarını betimlemek için de kullanılan –istim salmak, istimi arkadan gelmek, istim tutmak, tam istim ilerlemek vs.– yeni bazı deyimler de yerleşti. Artık kıta Avrupası'nda, Britanya'da ve Amerika'da kömürden elde edilen enerjinin düzeyi eşi görülmemiş bir noktaya yükseldi. Her şey giderek daha hızlı ve daha verimli makinelere bağlı olmaya başladı. 19. yüzyılın ortasındaki böylesi bir ortamda sonunda kuramsal çalışmalar da doğadan nasıl yararlanılacağını öğrenmiş mühendislerin uygulamalarına yetişmeye başladı. Bilim insanları termodinamiğin birinci yasası diye bilinen ilkeyi ortaya koydular. Tutarlı ve kolayca anlaşılabilen bir enerji kuramına yönelik ilk adımlar Fransız askeri mühendis

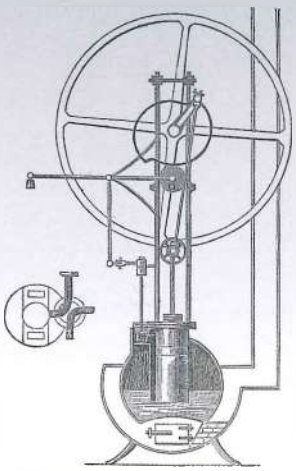


Solda: Sadi Carnot 1796-1832. Napolyon'un generallerinden birinin oğlu olan Carnot, fizik uğruna askeri kariyerini bırakmış ve enerji çalışmalarına çok önemli katkılar sağlamıştır.

Nicolas-Léonard Sadi Carnot'nun çalışmalarıyla ortaya çıkmaya başladı. Carnot "Sınırsız bir ısı kaynağı kullanarak iş üretilebilir mi?" ya da kısaca "Sınırsız bir gücümüz olabilir mi?" diye dile getirilen o asırlık soruyu sorarak buhar makinesi üzerine çalışmaya karar verdi. Isının hâlâ "dengesini yitiren bir nesneden bir başkasına akan görünmez bir akışkan" olduğu sanılan bir bilimsel ortamda 1824'te yayımladığı *Reflections on the Motive Force of Fire* (Ateşin Devindirici Gücü Üzerine Düşünceler) adlı kitabında ısının her zaman daha sıcak nesneden daha soğuk olana aktığını ve bu sırada da yapılan "iş" için bir ölçü oluşturduğunu söyleyen yasayı geliştirdi. Ayrıca enerji üzerine yapılan çalışmalarda kuramsal bir model olarak kullanılabilecek ideal bir makine tasarladı. Bu, günümüzün içten yanmalı motor tasarımlarının habercisi olan bir tasarımdı. Carnot'nun düşüncelerini Almanya'da Rudolf Clausius ve Britanya'da da, ileride Lord Kelvin olarak tanınacak, büyük fizikçi William Thomson daha da geliştirdi. 1850'li yıllara gelindiğinde "Birinci Yasa"nın içeriği ve genel çerçevesi ortaya çıkmaya başlamıştı. Enerjinin yoktan var edilemeyeceği ve yok edilemeyeceği ortaya konmuştu. Enerji bir biçimden bir başka biçime dönüştürülebilirdi ama miktar hep korunurdu.

ŞEYTANIN MAKİNESİ

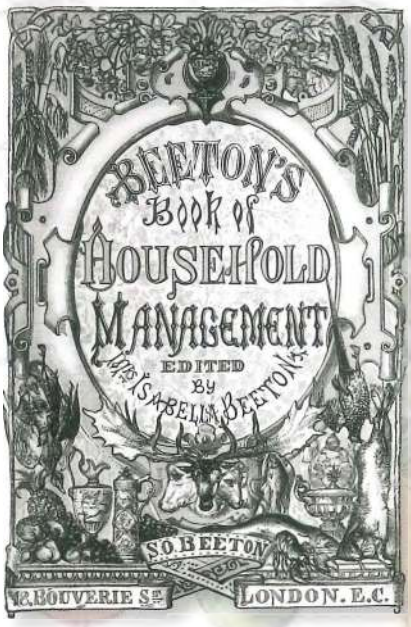
Richard Trevithick'in yüksek basınçlı buhar makinesi, yalnızca James Watt'ın tasarımından değil, daha önceki bütün buhar makinelerinden kökten bir kopuşu simgeliyordu. Kazanın içine yerleştirilmiş piston ve ocak sayesinde ısıyı çok verimli kullanıyordu. Ayrı bir yoğuşturucu bölme gereksinimini ortadan kaldırıyordu. Ayrıca elde edilen güç, buhar enjeksiyonunun pistonun her iki yöndeki hareketi sırasında da yapılması sayesinde, iki katına çıkıyordu. Ama bu tasarım biraz da riskliydi: En azından kazanın patlamadan, atmosfer basıncının 50 katına çıkan buharı tutabilmesi gerekiyordu. Birçokları Trevithick'in şeytanla dans ettiğini düşünüyordu. Yüksek basınçlı buhar –yoğuşmadığı sürece– görülemediğinden deneysel kazanların durdukları yerde patlamalarının şeytanca bir olgu olduğu konuşulmaya başlanmıştı.



VİKTORYA DÖNEMİNDE VERİMLİLİK

Bu bazıları için, eğer sürtünme nedeniyle ya da ısıl olarak hiç enerji kaybının olmadığı, tam verim elde edebilen bir makine yapılırsa, belki de bir devridaim makinesi yapılmış olacağı anlamına geliyordu.19. yüzyıl toplumunun itici gücü olan ilkelerden biri de eldekinden olabildiğince yararlanmaktı. Verimli ve ekonomik oluş, yüksek ahlaki değerler arasında yer almaya başlamıştı –Viktorya dönemi kafa yapısının tutumlulukla ilgili yaklaşımıyla eşsiz bir uyum içindeydi. Bu durumun günlük ev yaşamındaki karşılığı Mrs. Beeton'ın, içinde ekonomik öğütler, tarifler, modaya ya da hizmetli idaresine yönelik ipuçları bulunan, ünlü *Mrs. Beeton's Book of Household Management*'ının (Mrs. Beeton'ın Ev İdaresi Kitabı) yaygınlaşmasında kendini gösteriyordu. Atıkların insanlarda uyandırdığı nefretin ulaştığı en uç nokta, Lord Kelvin'in kardeşi James Thomson'ın düşüncelerinde garip bir şekilde gözler önüne serilmiştir. Thomson gübre ve barut üretiminde kullanılmak amacıyla her yıl Peru'dan 200.000 ton guano –kuş pisliği– getirtilmesine hayıflanıyordu. Ona göre her gün Thames Nehri'ne boşalan 100.000 ton insan pisliği toplanıp kaynatılabilir ve bu sayede ulusal ekonomi büyük bir dışalım kaleminden kurtulurdu.

> *"19. yüzyıl toplumunun itici gücü olan ilkelerden biri de eldekinden olabildiğince yararlanmaktı."*



Yukarıda: İlk basımı 1861'de yapılan *Mrs Beeton's Book of Household Management*, bir yemek tarifi kitabının ötesinde bir yapıttı. Kitapta ev aletlerinin en verimli kullanılma ilkeleri de anlatılıyordu.

Viktorya döneminin düşünce yapısında erdemli olmak ile kanaatkâr olmak iç içe geçmişti. Eğer mühendisler yeterince tutumlu ve verimli olabilseler, doğadan sınırsız güç elde edilebilmesi kaçınılmaz gibi geliyordu. Ne var ki enerjinin korunumu olgusu gerçekte, böylesi kayıpsız bir aygıtın yapılmasının olanaksız olduğunu göstererek "sürekli devinim" düşüncesine ağır bir darbe indirmişti. Yine de Viktorya dönemi mühendisleri umutlarını yitirmedi; Britanya Patent Bürosu 19. yüzyılın ikinci yarısında sürekli devinime ilişkin 500'ün üzerinde –o dönem öncesinde toplamı 25'ten azdı– kayıt yapmıştı. Umudunu hâlâ koruyan insanlar ne yazık ki termodinamiğin birinci yasasından kısa bir süre sonra, kısaca entropinin sürekli yükseldiğini gösteren, ikinci yasanın da ortaya çıktığını gördüler. Entropi, bir sistemdeki –bu, buhar makinesinin silindiri ya da bütün Evren olabilir– düzensizlik miktarını gösteren bir ölçü olarak düşünülebilir. Anlaşılır bir ifadeyle ikinci yasa, tıpkı Carnot'nun tanımladığı gibi ısının her zaman sıcaktan soğuğa doğru ilerlediği anlamına geliyordu. Ancak daha derin bir anlam da içeriyordu: Evren'deki her şey giderek dağınıklaşıyordu. Enerji dağılıyordu. Eninde sonunda her şey tükenecekti. Böylece sürekli devinimin tabutuna son çivi de çakılmış oldu. Viktorya döneminin bazı fizikçileri, hiçbir çabanın kaostan düzen çıkarmayı başaramayacağını gösterdiği ve böylece umutsuz bir ahlaki çöküntüye yol açtığı için bu ısı yasalarından nefret ediyorlardı. Ancak bu yasalar aynı zamanda Evren'in bir başlangıcı ve bir sonu olduğu düşüncesinin de tohumlarını atmıştı.

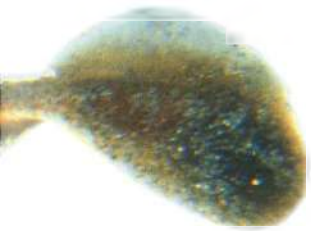
ŞOK EDEN BALIK

Avrupa'nın endüstriyel dönüşümünün itici gücü buhar ve ısıydı. Ama güç konusu yavaş yavaş anlaşılmaya başlandığında 18. yüzyılda Lunar Society'nin üyelerini ve onların arkadaşlarını eğlendiren salon eğlencelerinden ansızın çıkıveren bir başka enerji biçimi de yavaş yavaş dikkat çekmeye başlamıştı. Bengal Valisi Robert Clive'ın (Hintli Clive) eski sekreteri Albay John Walsh, Doğu Hindistan Şirketi'ndeki konumu sayesinde büyükçe bir servet yapmıştı. İleride parlamentoya girebilmek ve asıl ilgi alanı olan bilimle uğraşabilmek için Britanya'ya dönen Walsh, torpilbalığı hakkında okuduğu yazılardan çok etkilenmişti. Bu balıktan yakalayıp üzerinde çalışmak için 1772'de Fransa'daki La Rochelle'e gitti. Torpilbalığının 69 türü vardır. Bunlar kendilerini savunmak ya da avlarını sersemletmek için güçlü elektrik şoku verme yeteneği olan balıklardır. Eski Yunan'da ameliyatlarda ve doğumlarda ağrı dindirmek amacıyla bu balıklardan yararlanıldığı düşünülüyor. Walsh onların bu yeteneğini Pieter van Musschenbroek'in ilk kondansatörüne, Leyden kavanozuna, benzetiyordu; hatta derilerden yapay bir torpilbalığı bile yapmaya çalışmıştı. Torpilbalığının gizemi de büyüleyici elektrik olgusu üzerine yapılan tartışmalarda yer almaya başladı. Olasılıkla Walsh'ın çalışmalarından esinlenen Bolognalı doktor Luigi Galvani kendi çalışmaları sırasında bir gün yanlışlıkla durgun elektriğin çarptığı bir kurbağanın bacaklarının seğirdiğini gözledi.

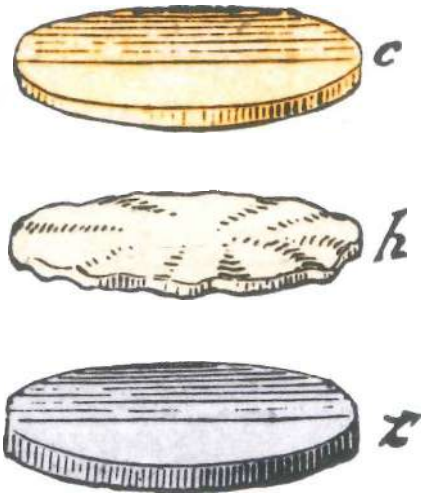


Bunun üzerine hayvanın kaslarından geldiğine inandığı ve "hayvan elektriği" adını verdiği konuyu araştırmak amacıyla bir dizi ürkütücü deney yaptı. Ne var ki elektriğin hayvanların dışında oluşan, metalik özellikler taşıyan bir şey olduğunu düşünen Alessandro Volta ona karşı çıktı. Onlarınki, zaman zaman günümüz biliminde de rastlanan rekabete dayalı, uzun vadeli bir tartışmaydı. Volta'nın, kurbağanın bacaklarının iki yanına farklı metaller yerleştirip devreyi bir kabloyla kapatarak bacakların seğirmesini sağladığı gösteriyle tartışma sona erdi. Bu aslında "Volta pili"yle –üst üste yerleştirilen ve aralarına tuzlu su emdirilmiş kâğıtlar konan bir sıra metal (bir çinko, bir gümüş) diskten oluşan bir sütun– sonuçlanacak bir dizi deneyin başlangıcıydı. Sütunun iki ucuna tutturulmuş birer tel birbirlerine değdirildiğinde –Volta ilk önce kendi diline değdirmişti– bir elektrik akımı üretir. Volta, bulduğu şeyin ne kadar önemli olduğunu hemen fark etti ve 1800'de buluşunu dünyaya duyuracak en güçlü insanların bulunduğu Londra'daki Royal Society'ye doğrudan yazdı. Mektubunda kendisininki gibi bir sütunun nasıl yapılacağını da açıkça anlattı. Ortaya koyduğu şey ilk pildi ve günümüzün AA sınıfı pillerinin gücündeydi. Her ne kadar kâğıt diskler kuruyuncaya kadar yani çok kısa bir süre dayanabiliyor olsa da gerçek anlamda taşınabilir ilk elektrik kaynağıydı. Artık saatlerce cam tüpleri sürtmeye ya da bir yıldırımı beklemeye gerek yoktu; Volta'nın pili yalnızca anlık bir kıvılcım oluşturmuyor, kullanıma hazır bir "akım" sunuyordu.

"Manyetizma ve elektrik, doğa felsefecilerini kuşaklardır büyüleyen iki olguydu ve belli ki birbirleriyle bağlantılıydılar."



Solda: Torpilbalıkları başlarının iki yanındaki "pil"ler sayesinde elektrik akımı üretir. Bu olağandışı özellikleri, yaratıkları şoklar ağı dindirmede kullanıldığı Roma döneminden beri bilinir.



Yukarıda: En basit Volta pili, aralarına tuzlu su emdirilmiş bir kumaş ya da karton parçası konmuş biri bakır biri de çinko iki diskten oluşur.

Elektriğin ne olduğunu hâlâ kimse bilmiyordu. Ama bilimsel deney yapanlar artık bu konuda öndeydiler. Volta pili giderek iyileştirildi. Daha büyük, daha kararlı ve sürekli bir elektrik kaynağına dönüştürüldü. Bu sayede elektroliz yöntemiyle Humphry Davy'nin başardıklarına benzeyen birçok kimyasal keşif yapıldı. Sonra 21 Nisan 1820'de Danimarka'da bir kimyacının laboratuvarında bilim tarihindeki o ender rastlanan özel gözlemlerden biri kaydedildi. Hans Christian Oersted, vereceği bir derse hazırlanıyordu. O sırada elektrik düzeneğinin yakınındaki bir pusulanın ibresinin, yanındaki telden elektrik akımı geçerken oynadığını fark etti. Öyle anlaşılıyordu ki telden geçen akım dik bir manyetik alan yaratıyordu. Manyetizma ve elektrik, doğa felsefecilerini kuşaklardır büyüleyen iki olguydu ve belli ki birbirleriyle bağlantılıydılar. Elektromanyetizmanın ortaya çıkma zamanı gelmişti.

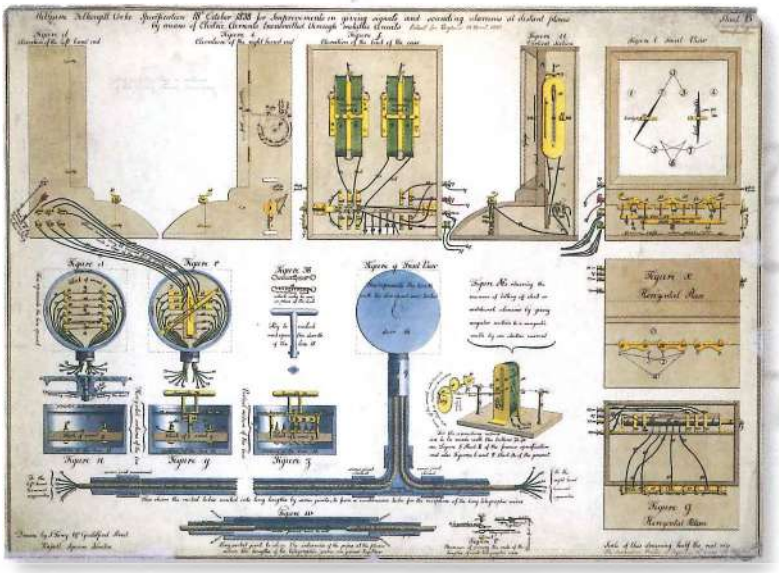
BİLGİ AKIŞI



Samuel Morse
1791–1872

Elektriğin dünyasıyla gücün dünyası kısa bir süre sonra birbirine bağlanacaktı –gerçi bu, hiç de sanıldığı gibi olmayacaktı. Oersted'in keşfi elektrikten yararlanmaya yönelik birtakım fikirleri olanlarda bir itki oluşturdu ve çok kısa bir süre sonra uzaktan sinyal üretmede kullanılan birkaç yöntem ortaya çıkıverdi. Akımı açıp kapayarak hattın öteki ucunda bulunan bir ibre hareket ettirilebiliyordu. On yıldan biraz daha sonra Almanya'da, Britanya'da ve Amerika'da birkaç değişik elektromanyetik telgraf sistemi önerisi ortaya atıldı. Rus Pavel Schilling kendi geliştirdiği ve hattın her iki ucunda da ipek ipliklerden sarkan ibrelerin bulunduğu sekiz telli bir telgrafın deneme gösterisini evinin iki odası arasında gerçekleştirdi. Pennsylvania'dan David Alter eviyle ambarı arasına telgraf hattı çekti. Almanya'da da Carl Friedrich Gauss, Göttingen'deki evlerin çatıları üzerinden 1.000 m'lik bir hat kurdu. Britanya'da ilk ticari telgraf hattı 1839'da Büyük Batı Demiryolu'nun bir bölümü boyunca kuruldu. Altı yıl sonra bu hat sayesinde Londra polisi yaklaşık 40 km ötedeki Slough'tan trene binen kaçak bir katili Paddington İstasyonu'nda inerken yakaladı. Ortada pratik yararı apaçık bir teknolojik yenilik vardı.

1830'lu yıllarda Britanya'da yaklaşık 200 km kadar demiryolu hattı bulunuyordu. 1860'lı yıllara gelindiğinde hat uzunluğu 10.000 km'yi aşmıştı. Uzun ve düz demiryolu hatları boyunca çekilen telgraf hatları her yerde iletişimi dönüştürdü; ama bu konuda hiçbir yer Amerika kadar hızlı olamadı. Orada Samuel Morse, yardımcısı Alfred Vail ile birlikte geliştirdiği ve kendi adıyla anılan alfabenin patentini aldı. Bu alfabe evrensel bir kabul gördü ve demiryolları kıtanın her yanına döşendikçe telgraf da onlarla birlikte gitti. Bundan böyle de elektrik her zaman bilgi ve haber akışının merkezinde yer aldı. Kısa bir süre sonra sesi elektriğe ve elektriği de sese dönüştüren telefon ortaya çıkıverdi. Ardından elektromanyetik dalgaların iletimine dayanan radyo geldi. Günümüzdeyse dijital iletişimimiz elektronların durum değiştirmesine dayanıyor.



"Buhar makinesi ve telgraf dünyayı değiştirdi. Birlikte evrensel zaman kavramının doğmasını sağladılar."

Solda: William Fothergill Cooke ve Charles Wheatstone'un ilk elektrikli telgraf sisteminin 1838'de alınan patentindeki çizimlerinden biri görülüyor

Buhar makinesi ve telgraf dünyayı değiştirdi. Birlikte evrensel zaman kavramının doğmasını sağladılar. Daha önceleri zamanın, diyelim ki İngiltere'nin doğusundaki Londra'da ve güneybatısındaki Cornwall'da, aynı olması gerekmiyordu. Dünyanın işleyişinde saatler önemliyken Cornish Yarımadası'nın burnundaki Penzance'nin Londra'nın sekiz dakika gerisinde olması hiç sorun oluşturmuyordu. Ama artık zamanın kesinliği önem kazanmaya başlamıştı. İki trenin makinistlerinin saatleri arasındaki sekiz dakikalık bir fark kazaya yol açabilirdi. Bu nedenle telgraf demiryollarınca hemen benimsendi; trenin kendi varmadan istasyona ya da işaretçiye bir ileti göndermenin tek yolu buydu. Bütün ağın sorunsuz bir şekilde çalışmasını garanti etmek için bütün trenler demiryolu zamanına –sonunda Greenwich Zamanı olarak anılan– uymaya başladı. 1860'ta Britanya'daki neredeyse bütün umumi saatler aynı zamanı gösteriyordu. Sonraki otuz yıl içinde birçok ülkede de bu düzene uyuldu. ABD'deki binlerce yerel "öğlen vakti", ilk önce demiryolu şirketlerince belirlenen demiryolu zamanının sonra da bugün kullandığımız standart zaman dilimlerinin karşısında direnemedi.

Telgrafla birlikte bazı kaçak suçlular da yakalanabiliyordu. Bilgi yalnızca ulusların değil imparatorlukların bile içinde şaşırtıcı bir hızla yayılıyordu. 1870'li yıllara gelindiğinde bütün kıtalar birbirine kablolarla bağlanmıştı ve anahtarlarla dünyanın bir ucundan ötekine iletiler gönderiliyordu. İmparatorlukların doğası bile değişmişti. Telgraf hatlarını ve gütaperka korularını korumak için askeri birlikler kullanılır olmuştu –dünyayı saran binlerce kilometre elektrik kablosunda yalıtım malzemesi olarak kullanılan lateks, gütaperka ağacının özsuyundan elde ediliyordu. Sonuç olarak gütaperka ağacı yetişen Malaya gibi ülkelerin kaderleri değişti; çünkü Britanya ekonomisi açısından değerleri değişmişti. Ama en önemlisi, endüstrinin ve taşımacılığın itici gücü olan buhar makinelerini çalıştırmak için her zamankinden daha da büyük miktarlarda kömüre gereksinim duyulur olmuştu.

TELEFON

Telgrafın elde ettiği başarı, artık ulaşılması gereken yeni amacın, sesle uzaktan iletişim olduğu anlamına geliyordu. Genellikle telefonun mucidi olarak Amerika'da yaşayan İskoç asıllı Alexander Graham Bell gösterilir. Gerçekten de Bell, bu aygıtın patentini 1876'da almış ve büyük bir ticari başarı elde etmiştir. Ama İtalyan Antonio Meucci'nin ondan birkaç yıl önce ilk telefonu yaptığı iddia edilir. Meucci romatizma için elektrikli bir "tedavi" yöntemi geliştirmişti. Hastalarından birine elektrik verirken bakır telden geçtiğini sandığı bir çığlık duydu –ses hastanın yanındaki iletkeni titreştirerek bir elektrostatik yük oluşturmuş, bu da Meucci'nin kulağının yanındaki iletkeni titreştirmişti. Meucci, diyaframlara bağlı elektromıknatıslar kullanarak bir aygıt yapmaya başladı. Bu aygıt, sesin diyaframı titreştireceği, böylece mıknatısların hareket edeceği ve bunun sonucunda da tel boyunca bir akımın iletileceği düşüncesine dayanıyordu. Meucci'nin aygıtından günümüze kadar kalan bir örnek olmamıştır. Patent yenileme bedelini ödeyememiş olan Meucci'nin, telefonun ilk mucidi olduğu savı da hep tartışmalı olarak kalmıştır.



DENEY VE UYGULAMA

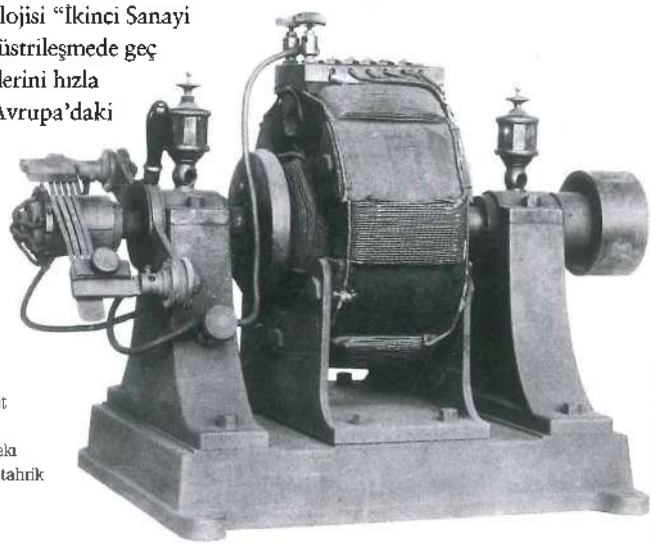


Michael Faraday
1791–1867

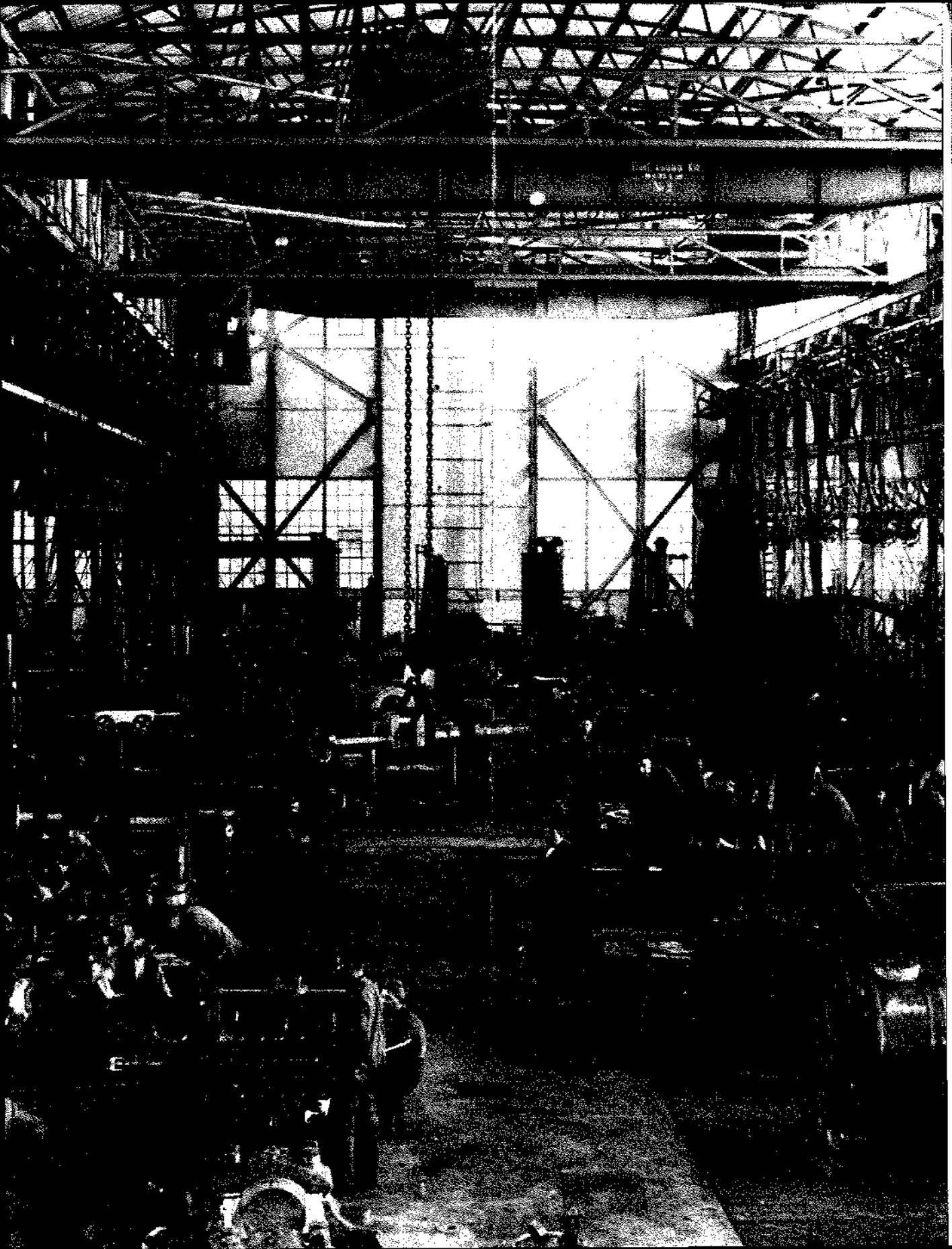
Oersted'in elektriğin mıknatısları hareket ettirdiğini göstermesinden çok da uzun olmayan bir süre sonra bu ilişkinin tersinin de gerçek olduğu anlaşıldı. Londra'da bir ciltçide çıraklık yapan Michael Faraday, tutkuyla bağlı olduğu bilimle ilgili herhangi bir işte çalışabilmek için her yola başvuruyordu. Şans eseri, Royal Institute'tan Humphry Davy'nin bir deney sırasında geçici olarak kör kalması ve laboratuvar asistanının da laboratuvar aletlerini yapan kişiye saldırdığı için kovulması gibi birtakım olayların sonucunda Faraday kendini Davy'nin yeni asistanı olarak buluverdi. Çok kısa bir sürede Davy'nin elektromanyetizma konusundaki en iyi asistanı oldu. 1821'de mıknatısı dairesel olarak hareket ettiren bir aygıt yaptı. Bu aslında onu ileride elektrik motorunu geliştirmeye götürecek çalışmasının başlangıcıydı. On yıl sonra Faraday bunun tersini yapan bir makine tasarladı: Hareket eden bir mıknatıs, çevresine sarılı tellerde elektrik akımı üretiyordu. Bu, gerçekte dinamonun altında yatan ilkeydi –sürekli dönen bir motor, tıpkı bir buhar makinesi gibi, elektrik akımı üretebilirdi. Faraday, elektrik endüstrisinin her iki yarısı için de gerekli olan şeyleri yaratmıştı: Elektrik akımından hareket elde edilebiliyordu ve hareketten de elektrik üretilebiliyordu.

Dinamo ve elektrik motoru ilk başlarda bir süre laboratuvar sınırları içinde kaldı ve yalnızca halkı etkilemek için ilginç aygıtlar olarak kullanıldı. Ama 1870'li yıllara gelindiğinde endüstriyel ölçekte elektrik üretebilen ilk dinamo yapılmıştı. Bu icadı yapan kişi Belçikalı mühendis Zénobe-Théphile Gramme'dı. Gramme ayrıca neredeyse dinamonun aynı ama ters yönde –yani bir motor olarak– çalışan bir makine de yapmıştı. Endüstriyel ölçekte elektrik kullanıma hazırdı; fabrikalar buhar ya da su gücünü kullanarak dev dinamoları döndürebilir ve elektrik enerjisi elde edebilirdi. Bu elektrik de dağıtılabilir ve doğrudan buhar makinelerine bağlı karmaşık kayış ve sürücülerin yerini alacak makinelerin küçük elektrik motorlarını çalıştırmada kullanılabilirdi. On yılın sonunda ticari olarak kullanılabilecek ilk elektrik ampulleri de Thomas Edison tarafından üretilmeye başlandı. Böylece işyerleri geceleri de kolayca ve iyi aydınlatılabilir oldu. Yeni elektrik teknolojisi "İkinci Sanayi Devrimi" diye bilinen dönemi başlattı. Endüstrileşmede geç kalmış Almanya gibi ülkeler artık ekonomilerini hızla geliştirebilirdi. Bu gelişmelerin sonucunda Avrupa'daki endüstriyel ve ticari güç dengesi Britanya'nın aleyhine bozulmaya başladı.

Sağda: 20. yüzyılın başlarında Almanya'da Hanover'de elektrikle çalışan bir fabrika görülüyor. "İkinci Sanayi Devrimi" diye bilinen olgunun önemli öğelerinden biri de elektrik enerjisiydi.



Sağda: Elektrik motorunda, sabit mıknatısların arasındaki itme ve çekmeden yararlanılır ve bobindeki değişen manyetik alan rotoru ve tahrik milini döndürür.



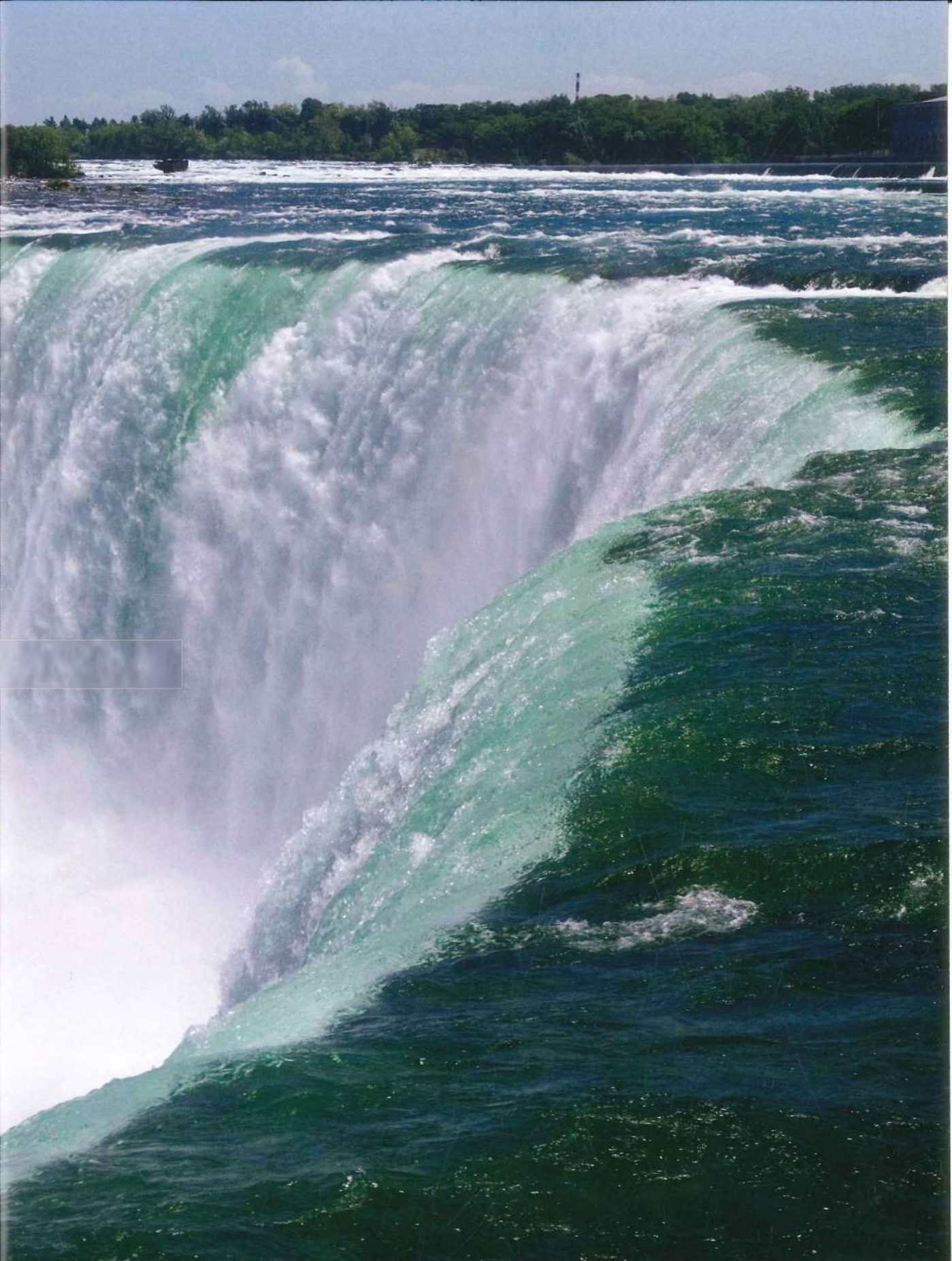


KİŞİSEL GÜÇ

19. yüzyılın sonlarında elektriğin, gezegeni bugünkü gibi egemenliği altına alacağı kimsenin aklına gelmiyordu. Fabrikalardaki onca değişikliğin yanında akşam eve yürümek demek hâlâ yanan kömür gazıyla aydınlatılan bir dünyada yürümek demekti. Aslında elektriğin o dünyayı da tümüyle değiştirecek gücü vardı ama henüz çok önemli bir sınırlamadan kurtulamamıştı: Dağıtım. Fabrikanın bir yanında lambaları yakacak ve motorları çalıştıracak jeneratörü döndürmek için bir buhar makinesi bulunması gerekiyordu. Ancak kablolardaki enerji kaybı öylesine büyük oluyordu ki bir kasabaya elektrik sağlayabilmek için her sokağın başına bir buhar makinesi ve bir jeneratör konması gerekiyordu. İlk dağıtım şebekelerinin 2 km'lik bir sınırı vardı. Aşılması gereken sorun, çok uzun bir hattın sonunda bile kullanılabilir elektrik sağlayan bir sistemin olmayışıydı.

İlk çevre hareketlerinden biri olan Niagara'ya Özgürlük Hareketi'nin Niagara Şelalesi'ni bölgeye gezmeye gelenlerin gördüğünden daha doğal olan eski haline kavuşturmak için 1883'te yürüttüğü kampanya başarıyla sonuçlanmıştı. ABD-Kanada sınırında yer alan ve engin bir güç kaynağı olan şelaleye gelen su, ilk yerleşimcilerden beri küçük kanallarla değirmenlere yönlendirilmişti. Ama artık her iki yandaki kıyılar, gücünü akan sudan sağlayan her türden fabrika ve değirmenle dolmuştu. Şelalenin çevresinde bir koruma bölgesi oluşturmak demek ticari olarak herkese bedava olan bu güç kaynağının kesilmesi demekti. Bununla birlikte şelalenin gücünün çok büyük bölümü de artık zayıflatılmadan akacaktı ve aslında bu korkunç bir ticari fırsat kaybıydı. Sonra 1886'da yakındaki Erie Kanalı'nda çalışan Thomas Evershed adlı bir mühendis şelalenin gücünden yararlanılabilmesi için, suyu koruma alanının dışına taşıyacak bir dizi tünel ve kanaldan oluşan dev bir mühendislik projesi önerdi. Projenin bütçesi çok büyüktü ve böyle bir yatırımın karşılığında gücün nasıl kullanılacağı da çok açık değildi. Şelale 8.000.000 beygirgücünde güç üretiyordu -ki bu miktar yakındaki 5.000 kişilik küçük Niagara Falls kasabasının gereksiniminin çok üstündeydi. O zaman akıllara şu soru geldi: Bu güç yaklaşık 40 km ötedeki gelişmekte olan Buffalo kentine (nüfusu 250.000'di ve giderek artıyordu) iletilebilir mi?

Sağda: Niagara Şelalesi'nden saniyede 5.700 m^3 su akar. Bu da onu karşı konulamaz bir gücün kaynağı yapar.





GÜÇ MÜCADELESİ

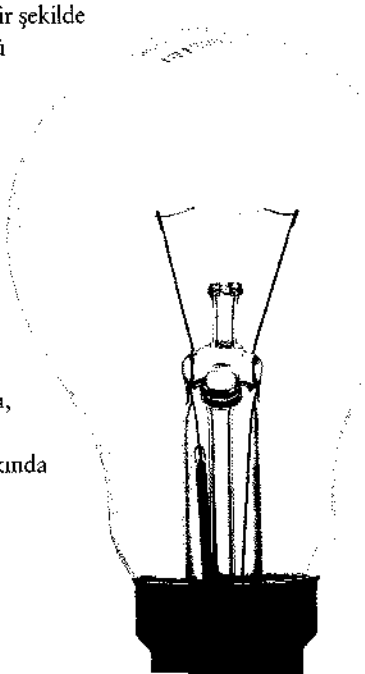


Thomas Edison
1847–1931

Bu önemli sorun için elektrik endüstrisinin iki devinin elinde farklı çözümler vardı. İlk elektrik ampulünün ve daha birçok elektrikli aygıtın mucidi Thomas Edison, Manhattan'da doğru akımla çalışan küçük bir elektrik dağıtım ağı kurmuştu. Bu, akımın sürekli bir yönde aktığı ve hat boyunca ilerlerken telin direncinden dolayı büyük enerji kayıplarının ortaya çıktığı bir elektrik biçimiydi. Elektriğin 2 km'den daha öteye iletilebilmesi için başlangıç akımının yakındaki ampulleri ve motorları yakacak kadar büyük olması ya da çok kalın kabloların kullanılması gerekiyordu. Tartışmanın öteki ucunda demiryolları için basınçlı havalı fren sisteminin mucidi George Westinghouse vardı. Westinghouse, bir ara Edison'un yanında da çalışmış ama mutsuz olup ayrılmış, Nicola Tesla'nın patentlerini devralmıştı. Tesla alternatif akım –elektriğin hat boyunca iki yönde de gittiği akım– çalışmalarına çok önemli katkılar sağlamıştı. Bu yaklaşımda akımı büyük mesafelerde iletebilmek için başlangıç noktasında gerilimin yüksek olması yeterliydi. Kullanıcılara gelindiğinde gerilimi kontrol edilebilir bir düzeye düşürmek için de Tesla'nın icadı olan trafolar kullanılmalıydı.

Bu iki acımasız girişimci arasındaki kıyasıya rekabet aslında on yıl kadar süren, Avrupa'da ve ABD'de kendi tuttuğu tarafın en iyi olduğunu iddia eden birtakım kampların ortaya çıktığı "Akımlar Savaşı" olarak bilinen bir mücadelenin doruk noktasıydı. Edison alternatif akımı gözden düşürmek için her türlü pazarlama taktiğine başvuruyordu. Bunların arasında Westinghouse'un yeni geliştirdiği elektrikli sandalyeyi ön planda tutup yüksek gerilimli alternatif akımın tehlikelerini sürekli vurgulamak da vardı. Sonunda uzun mesafe elektrik dağıtımının ilk başarılı deneme gösterisi 1891'de Almanya'da Frankfurt'taki Uluslararası Elektro-Teknik Sergisi'nde gerçekleştirildi. Elektrik 175 km güneydeki Lauffen am Neckar'da alternatif akımlı olarak üretildi; havai hatlarla iletilerek sergiye ulaştırıldı ve hem serginin girişindeki bin ampulü yaktı hem de ironik bir şekilde yapay bir su çarkını döndürdü. Gösterinin olağanüstü başarısı Niagara'ya yönelik planların kararlarında da etkili oldu ve anlaşma alternatif akımlı sistemle yapıldı. 16 Kasım 1896 gece yarısında trafolardan gelen güç Buffalo'ya ulaştığında Tesla ve Westinghouse'un sistemi de kendini tam olarak kanıtlamış oldu. İlk 1000 beygirgüçlük elektrik tramvay şirketine verildi. Çok kısa bir süre içinde yerel dağıtım şirketine 5.000'i aşkın evden talep geldi. Birkaç yıl içinde Niagara Şelalesi'ndeki jeneratörlerin sayısı ona çıktı; elektrik hatları artık New York kentini aydınlatıyordu. Broadway ışıl ışıldı, tramvay ve metro tıkır tıkır işliyordu. Bütün modern teknolojilerin yaşamsal öğesi olan elektrik enerjisi yakında her yana yayılacaktı.

"Bütün modern teknolojilerin yaşamsal öğesi olan elektrik enerjisi yakında her yana yayılacaktı."



Solda: Kesintisiz ve güvenilir elektrikli aydınlatma, sokakların daha güvenilir olmasını sağladığı ve 24 saatlik bir topluma olanak tanıdığı için Avrupa'da ve Amerika'da kentlerin hızla dönüşmesine neden oldu.

Sağda: Edison'un akkor ışık veren ampulü aslında türünün ilk örneği değildi. Ama bir dizi yenilik geçirdikten sonra elektrik şebekesinde çalışacak kadar dayanıklı hale getirilmiş ilk ampuldü.

RADYOAKTİF SİHİR

Yeni güç kaynakları arayışı sırasında modern dünyanın da çehresi değişiyordu. Elektrik enerjisiyle neredeyse her şeyi yapmak olanaklıydı. Ama gereksinim duyduğunuz elektriği üretmek için eğer elinizde bir şelale yoksa, jeneratörünüzü çalıştırabilmek için modası geçmiş güç kaynaklarını –petrol, kömür, hatta odun– yakmanız gerekiyordu. Ancak tam da 20. yüzyıla girilirken tümüyle yeni bir enerji kaynağı ortaya çıkıverdi ve sınırsız güç düşlerini yeniden canlandırdı. Henri Becquerel'in bulduğu, Marie ve Pierre Curie'nin üzerinde çalıştığı bu yeni kaynak radyoaktiviteydi. Radyoaktivite sanki yoktan ısı ve ışık var eden bir kaynaktı. İlk elektrik deşarj tüpünün (*bkz.* 2. Bölüm) mucidi William Crookes'un sözleriyle bu yeni güç "ne tür yeni gelişmelerin habercisi olduğunu kimsenin söyleyemeyeceği kesintisiz bir enerji, daha önceden hiç algılayamayacağımız bir enerji kaynağı" gibiydi. Pierre Curie de onun sonsuza dek bitmeyeceğini düşünüyordu.

"Henüz hiç bilmiyoruz. Şu anki bilgimizin dışında, hatta imgelemimizin ötesinde bir güçle ve bazı kuvvetlerle ilgili bir keşif yaptık."

Curieler uranyumun radyoaktif bozunmasıyla ortaya çıkan radyumu 1898'de keşfetmişlerdi. Bu yeni ve ilginç enerji halkın düş gücünde de hem iyi yönde hem de bilindiği üzere kötü yönde fırtınalar kopardı. Bugün Tennessee'de birçok radyoaktif üründen oluşan bir koleksiyon, kimseye zarar vermemesi için kilitli özel bir odada saklanıyor. Bu ürünler arasında Crookes'un "spinthariscope"u da (kıvılcımskop) vardır. Bu aygıtın içinde gözle görülemeyecek denli küçük bir parça radyum bulunuyordu. Karanlık bir odada, aygıtın pirinçten büyütecinden çok küçük bir flüoresan ekrana bakılıyor ve "sonu olmayan bir kayan yıldız gösterisi" izleniyordu. Koleksiyonda bunun yanında radyoaktif diş macunları, güzellik kremleri, haplar, sıvı güneş ışığı denen ve içeni daha sağlıklı yapacağı ileri sürülen radyoaktif tonikler de vardı. Aslında hem hayvanlarda hem de insanlarda kısa bir süre radyumun etkisinde kalındığında bir canlanma görülüyordu. Ama bunun radyasyon zehirlenmesinin yol açtığı yıkıma karşı doğal bir savunma mekanizması olarak bedenin kırmızı kan hücrelerini aşırı üretmesinin bir yan etkisi olduğu anlaşıldı. Pittsburghlu bir sanayici her gün Radithor marka radyumlu sudan bir şişe içiyor ve arkadaşlarına da ondan kasalarla gönderiyordu. Sanayici bir süre sonra çene kemikleri eriyerek acı içinde öldü.



Aşağıda: Yeni keşfedilen radyoaktif maddeler, güvenilirliği tartışılır ürünlerde olduğu kadar patenti alınmış birçok ilaçta da kullanıldı ve tehlikelerinin farkına varılana kadar çok büyük zararlar verdi.



Yukarıda: 1930'lu yıllar kadar ileri tarihlerde bile radyum içeren kozmetik ürünlerin satışı sürmüştür.

Kimse, hatta onu keşfedenler bile radyoaktivitenin nasıl işlediğini bilmiyordu. Kendisine ne keşfedildiğini soran birine Pierre Curie şöyle yanıt vermişti: "Henüz hiç bilmiyoruz. Şu anki bilgimizin dışında, hatta imgelemimizin ötesinde bir güçle ve bazı kuvvetlerle ilgili bir keşif yaptık."

RADYOAKTİVİTE

Bütün maddeleri oluşturan kimyasal elementler Periyodik Tablo'da atom numaralarına –çekirdeklerindeki proton sayısına– göre sıralanır. Hafif elementler kararlı, ağır elementler de kararsız olur. Uranyum gibi ağır bir elementte atom çekirdeğindeki nötronlarla protonları bir arada tutan kuvvet yeteri kadar güçlü değildir. Bu durumda çekirdekte radyoaktif bozunma olur; elektromanyetik ışıma ve atom altı parçacıklar yayılır. Bunlara alfa, beta ve gamma ışımaları denir. Element, kararlı bir duruma gelene kadar bozunur ve kütle kaybeder. Atom numarası 92 olan uranyum bozunarak sonunda atom numarası 82 olan kararlı kurşuna dönüşür. Bir elementin belli bir miktarındaki atomların yarısının bozunması için geçen zamana "yarılanma ömrü" denir. En bol bulunan uranyum izotopunun yarılanma ömrü yaklaşık 4,5 milyar yıldır. Her ne kadar çok uzun bir süre boyunca enerji yayılsa da sonunda bir noktada süreç durur. Bir başka deyişle ortada termodinamiğin yasalarına ters düşen bir durum yoktur. Radyoaktivite terimini Marie Curie bulmuştur.

KURAM YETİŞİYOR



James Clerk Maxwell
1831–1879

Sonunda kuramsal çalışmalar gücün kullanımına yönelik uygulamaları yakalamayı başarmıştır. Michael Faraday elektrik ve manyetizmanın etkileri üzerine çalıştıkça elektriğin –Tanrı'nın kuvvetinin– en üstte, kütleçekiminin biraz daha aşağıda yer aldığı bir kuvvetler hiyerarşisi olduğunu düşünmeye başlamıştı. Faraday, çağının en üstün deneycisiydi ve elektrik akımının, elektrostatik yükün ve manyetizmanın aslında aynı olgu olduğunu kesinlikle göstermişti. Elektriğin ve manyetizmanın "kuvvet çizgileri" boyunca etki ettiğini, bu etkinin zaman aldığını ve dalga hareketine benziyor olabileceğini ileri sürdü. Ne var ki elektrik alan ve manyetik alan düşüncelerini daha da ileriye taşıyacak kadar matematik bilgisi yoktu. Ama onun yerine, okulda Daftie takma adıyla anılan ve birçoklarına göre Newton'dan o güne gelmiş en iyi klasik fizikçi olan bir İskoç matematikçi bu düşünceleri matematiksel yasalar şeklinde birleştirmeyi başardı. James Clerk Maxwell Edinburgh'da yetişmiş, üniversiteye de orada ve Cambridge'de gitmişti. Londra'daki King's College'a yerleşmeden önce Aberdeen'de şaşırtıcı derecede genç bir yaşta, 25'inde, profesör oldu. Renklerin fiziği ve Satürn'ün halkaları üzerine çalıştı. Ama en önemli çalışması Faraday'ın kuvvet alanları düşüncesini ele alıp elektriğin, manyetizmanın ve hatta ışığın aslında aynı olgunun değişik görünümleri –elektromanyetik dalgalar– olduğunu matematiksel olarak göstermesi oldu. Maxwell'in ölümünden dokuz yıl sonra, 1888'de, Alman fizikçi Heinrich Hertz'in radyo dalgalarının varlığını ve onların ışık hızıyla ilerlediğini göstermesiyle Maxwell'in çalışması kanıtlanmış oldu. Işığın hızının sabit olması çerçevesinden ele alındığında Maxwell'in eşitlikleri ileride Albert Einstein'ın özel görelilik kuramı şeklinde ortaya çıkacak radikal düşünceleri için bir zemin hazırlamıştır. 1905'te yayımlandığında bu kuram fiziği tepe taklak etmiştir: Var olan Newtoncu mekanik Evren görüşüne karşı durmuş, fizikçilerin dağarcıklarına sezgilere ters düşen uzay-zaman, boy kısalması ve zamanın genişlemesi gibi yeni kavramlar sokmuştur. Ama aynı zamanda bilimin en ünlü eşitliğini ($E=mc^2$) bularak gücün gerçekte ne olduğuna ilişkin temel bir açıklama getirmiştir. Enerji, neredeyse akıl almaz büyüklükte bir sonuç veren, ışık hızının karesiyle kütlenin çarpımına eşittir. O ana kadar enerji hep ısı, elektrik, hatta rüzgâr ve su gücü şeklinde düşünülüyordu. Farklı biçimleri birbirine dönüşebiliyordu.



Aşağıda: Hidrojen bombası patlamaları sırasındaki nükleer füzyon tepkimelerinde muazzam bir yıkıcı güç açığa çıkar. Bu güç eğer uygun bir şekilde kontrol edilebilirse gelecekteki enerji sorununa bir çözüm olabilir.

Ama Einstein'ın eşitliğinin düzeyi çok farklıydı; ısı, hareket ve radyasyon şimdi hepsi aynı olgunun farklı ifadeleri oluvermişti. Kütle –herhangi bir maddenin kütlesi– tahmin edilemeyecek denli büyük bir enerji içeriyordu ve bu enerji de hareketle, yakılarak, sıkıştırılarak ya da parçalanarak açığa çıkarılıyordu.

Son üç yüz yıldaki büyük mucitlerin ya da mühendislerin hiçbiri ulusları dönüştüren, imparatorluklar kuran o makineleri yaparken bu eşitliğe gereksinim duymamıştı. Ama artık o vardı ve onların bütün çalışmalarını açıklıyordu. Aynı zamanda atomun parçalanmasıyla ortaya çıkabilecek muazzam gücü de açıklıyordu. Radyoaktivite birden sonsuz küçüklükteki bir miktar kütlenin basitçe bozunmasıyla salınan ham enerji olarak görülmeye başlandı. Böylece ilk kez bilimsel kuramcılar, mucitlere ve mühendislere ulaşacakları bir hedef gösteriyordu. Einstein ilk başta böylesi büyük bir güce pratik olarak hiçbir zaman ulaşılamayacağından emindi –artık onun yanıldığını çok iyi biliyoruz. Atom bombası yaratıldı; bugünkü nükleer cephanelikler de bilimin "başarısının" tanıkları olarak duruyor.

"Hangi enerji türü olursa olsun neredeyse hepsi de bize, elektrik olarak ve Viktorya döneminden kalma üretim ve dağıtım yöntemleri üzerinden ulaşır."

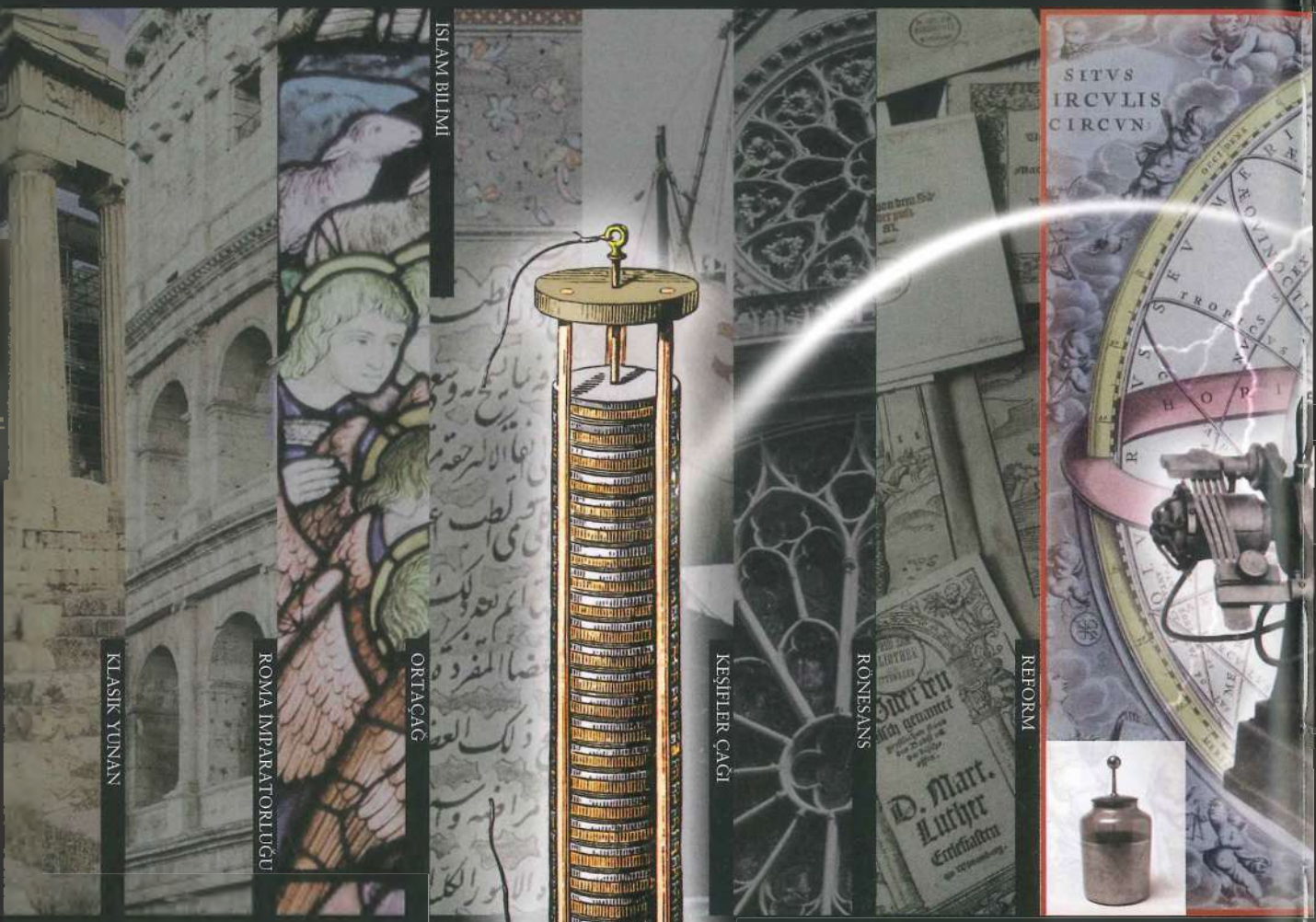
Gücün öyküsünde daha birçok ironik yan vardır. Bugün nükleer ışıma elektrik üretiminde kullanılan temel enerji kaynaklarından biridir. Nükleer santrallerdeki radyoaktivite aslında kömür, gaz ve petrol gibi yakıtlardan yalnızca biridir. Onunla ısı, ısıyla da buhar elde edilir. Buhar, türbinleri döndürür. Türbinler de jeneratörleri çalıştırır. Bu işleyiş en son enerji elde etme yöntemlerinin neredeyse tamamı için de aynıdır; biyokütle, hidroelektrik, rüzgâr ya da dalgalar gibi yenilenebilir kaynaklar için de geçerlidir. Hangi enerji türü olursa olsun neredeyse hepsi de bize, elektrik olarak ve Viktorya döneminden kalma üretim ve dağıtım yöntemleri üzerinden ulaşır.

Modern dünyayı döndüren günlük makinelerimizi bize kazandıran, aslında sınırsız bir güç arayışımızdı. Aynı süreçte kuramcıların ve deneycilerin o makinelerin nasıl çalıştığını anlama girişimleri de derin bilimsel gerçeklerin ortaya çıkmasını sağladı. Yeryüzünde var olan engin enerji potansiyellerini gözler önüne seren matematiksel eşitlikleri ve gerçekte o enerjilerin hiçbirinin sınırsız olamayacağını da gösteren termodinamik yasalarını buldular.



Bağlantılar – Güç

MÖ 400 MÖ 27 900 1400 1500 1600 1700



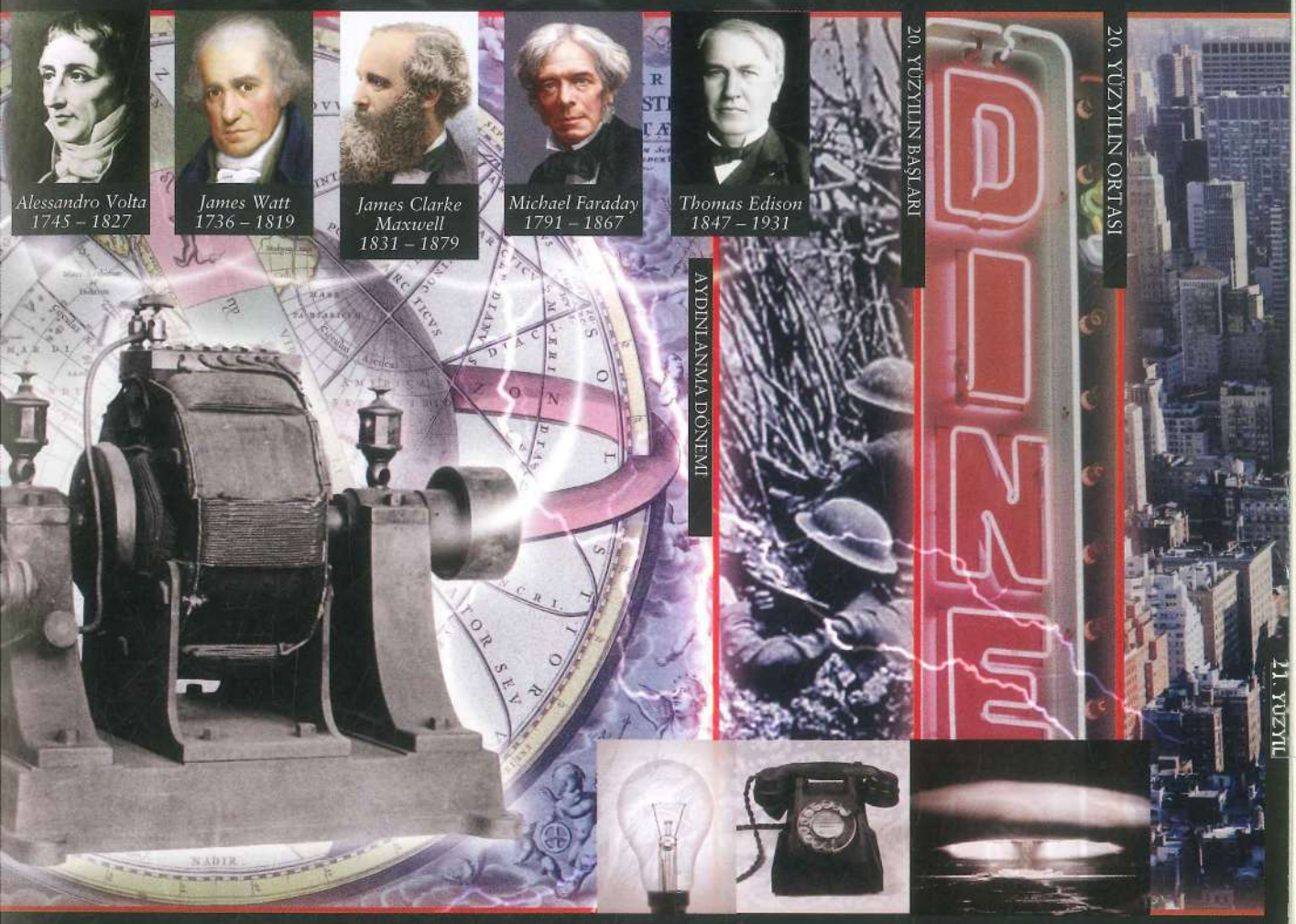
^ *Ilk pil*

^ *Leyden kavanozu*

Doğadaki gücü ortaya çıkarmanın öyküsü çevremizdeki en belirgin doğal kaynakları –suyu ve rüzgârı– kullanmakla başladı. Aydınlanma döneminde iki yeni kaynak ortaya çıktı. 1740'lı yıllarda Pieter von Musschenbroek "Leyden kavanozu"nu –ilk kondansatörü– icat edip elektriği depolamanın bir yöntemini bulana kadar elektrik, sürtünmeyle yaratılan ve çok kısa süre görülebilen bir yük olarak kaldı. Alessandro Volta bu alanda daha da ileri gitti ve ilk kullanılabilir pili, "volta pili"ni yaptı.

Aynı dönemde buhar çağı da başladı. İlkel buhar makineleri zaten yüzyıllardır biliniyordu ama Thomas Newcomen'ın icat ettiği ve 1760'ta James Watt tarafından iyileştirilen buhar makinesi, endüstriyel yaşamı her açıdan dönüştürdü.

1800 1900 1950'li yıllar 2000



^ İlk elektrik motoru ^ Ampul ^ Telefon ^ Atom bombası

Michael Faraday'ın birbiriyle bağlantılı iki icadı –elektrik motoru ve elektrik jeneratörü– elektriği kullanılabilen ve sonunda buharı da gölgede bırakacak bir güç kaynağı haline getirdi. 19. yüzyılın sonlarında elektrik ampulü (güvenilir olanı ilk kez Thomas Edison tarafından üretilmiştir) ve telefon gibi günlük yaşam, çalışma ve iletişim tarzlarımızı sonsuza dek dönüştüren buluşlarla birlikte "İkinci Sanayi Devrimi" başladı.

Öykünün son bölümünde güç arayışının oldukça baskın olan pratik doğasının kuramla ilişkisi kuruldu. James Clerk Maxwell'in elektromanyetik dalgalar üzerine çalışmaları, Albert Einstein'ın çalışmalarına ve atomun muazzam gücüne götürecek araştırmalara zemin oluşturdu.



BEDEN

YAŞAMIN SIRRI NEDİR?

Alışverişe çıkıp 18 kg karbon, iki bin kibrit çöpüne yetecek kadar fosfor ve küçük bir demir çivi satın alın. Sonra bir eczaneye uğrayarak sıkça karşılaşılan bazı elementlerden küçük miktarlarda alın. Aldıklarınızı eve getirin, hepsini bir kovaya atın, üzerine 50 litre su ekleyin ve karıştırın. Elde ettiğiniz karışım, kimyasal olarak bir insana benzer. Ne var ki gerçekte bir insan olmadığı gibi bu karışıma hayat vermek de elbette olanaksızdır.

Öyleyse yaşamın sırrı nedir? Kimyasal maddelerden oluşan bir yığını yaşayan, soluk alan biyolojik bir varlığa dönüştüren şey nedir? Bu sorulara yanıt bulmak için verilen çabalar modern tıbbı doğurmuş ve bizi, yaşamın yakın bir zamanda laboratuvarlarda sentezlenebileceği bir noktaya kadar getirmiştir. Bütünüyle insan eliyle üretilmiş bir hücreyle karşılaşma anımız, artık o kadar uzak değildir ve bu gerçekleştiğinde tarihimizin en sıra dışı anlarından biri yaşanmış olacaktır.

İçimizdeki saatin çalışmasını neyin sağladığını tam olarak anlayabilmek için son birkaç yüzyıldır Batı'da birbirinden oldukça farklı iki yaklaşım öne çıkmıştır. Bunlardan ilki her şeyi kesip açarak içine bakmaktır. Belki de yaşam, bedenimizin bir araya geliş biçiminin bir sonucudur. Bu yaklaşım çok verimli olsa da daha çok diseksiyonun –bir vücut parçasının işlev ve görevlerinin anlaşılabilmesi için kesilip parçalara ayrılarak gözlemlenmesi– artık bize öğreteceği pek bir şey kalmamıştır. İkinci yaklaşımsa yaşam gücünün aranmasıdır. Bu güç, ölü ve canlı arasındaki farkı açıklayabilecek fizyolojik bir şeydir. İleride göreceğimiz gibi bu yöntem sayesinde biyolojik elektrik ve hormonların rolü gibi bazı önemli keşiflere ulaşılmış olsa da "Yaşam nedir?" sorusunun yanıtına hâlâ çok yaklaşabilmiş değiliz.

Solda: Leonardo da Vinci'nin insan bedenine ait anatomik çizimlerinden bir detay görülüyor. Böylesine ayrıntılı anatomik çalışmalara karşın, çeşitli organların görevleri ancak uzun çabalar sonucunda anlaşılabilmiştir

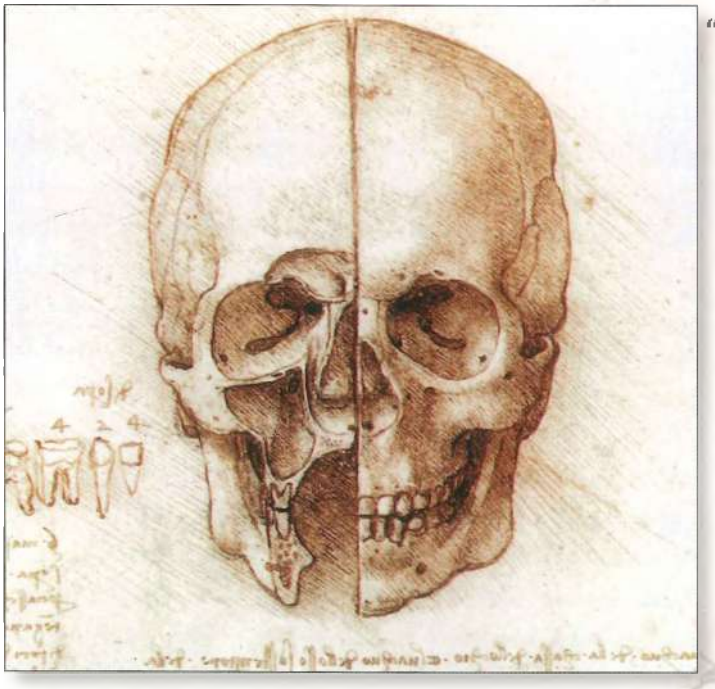
ANATOMİCİLER



Leonardo Da Vinci
1452–1519

İnsan bedeninin hatasız çizimlerini ilk kez Rönesans dâhisi Leonardo da Vinci yapmıştı. Bir avukatla köylü bir kadının evlilik dışı çocuğu olan Da Vinci resmi eğitim almamıştı. Belki de bu nedenle daha sorgulayıcı, geçmiş dönem bilgeliklerindense kendi gözüyle gördüklerine inanmayı yeğleyen biri olmuştu. Da Vinci ne görmesi gerektiğine ilişkin başkalarının söylediklerini değil, yalnızca gördüklerini çiziyordu. Resimleri bir yandan perspektif alanında yapılan yeni çalışmaları esas alırken öte yandan da eksiksiz bir insan bedeni algısına dayanıyordu. Ustası, ressam Andrea del Verrocchio, Da Vinci yanında çalışmaya başladığı ilk dönemlerde ona ve öteki öğrencilerine mutlaka insan anatomisi çalışmaları gerektiğini söylemişti. Daha sonra ünlü bir sanatçı olduğunda Da Vinci, cesetler üzerinde diseksiyon yaparak insan bedenine ilişkin daha ayrıntılı bilgiler edindi. 16. yüzyılın ilk yıllarının yaşandığı bu dönemde cesetlerle çalışmak yasadışı olmasa da hoş karşılanmayan ve kesinlikle insanın tüylerini ürperten bir işti. Da Vinci genç asistanının da yardımını alarak diseksiyonlarını genellikle geceleri yapıyordu. Zamana ve hızla baş gösteren çürümeye karşı bir yarış içindeydi.

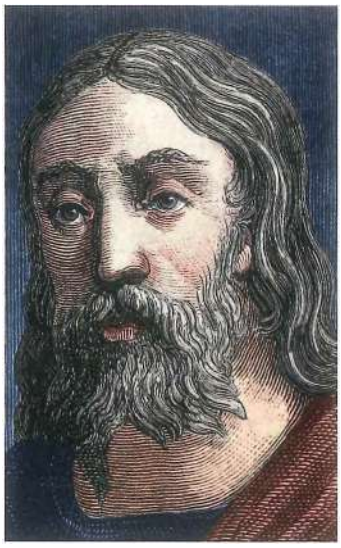
Aralarında rahimdeki bir fetüsün ilk kez resmedildiği çizimin de bulunduğu Da Vinci'nin anatomik çizimleri gelmiş geçmiş en iyi çizimlerdendir. Yine de Da Vinci'nin çalışmalarında insanı asıl etkileyen şey onun gördüklerini çizmesi değil, aynı zamanda gözlemleriyle ulaştığı derinlikli sonuçlardır. Örneğin, yaşlı bir adamla genç bir adamın atardamarlarını karşılaştırarak yaşlı adamın ölümünde damarlarındaki kireçlenmenin etkili olduğu sonucuna varmıştı. Da Vinci çok sayıda doktorun atardamarlarda havadan başka bir şey olmadığını düşündüğü bir zamanda, hem de yeniden bu konuya dönülmeden yüzlerce yıl önce damar sertliğini tanımlamıştı. Ne yazık ki çoğu çalışmasında olduğu gibi –her zaman peşinden koşulması gereken başka şeyler çıktığından– bu çalışmasını da istediği gibi sonlandıramadı ve yapıtı 160 yıl yayımlanmadan kaldı.



"Aralarında rahimdeki bir fetüsün ilk kez resmedildiği çizimin de bulunduğu Da Vinci'nin anatomik çizimleri gelmiş geçmiş en iyi çizimlerdendir."

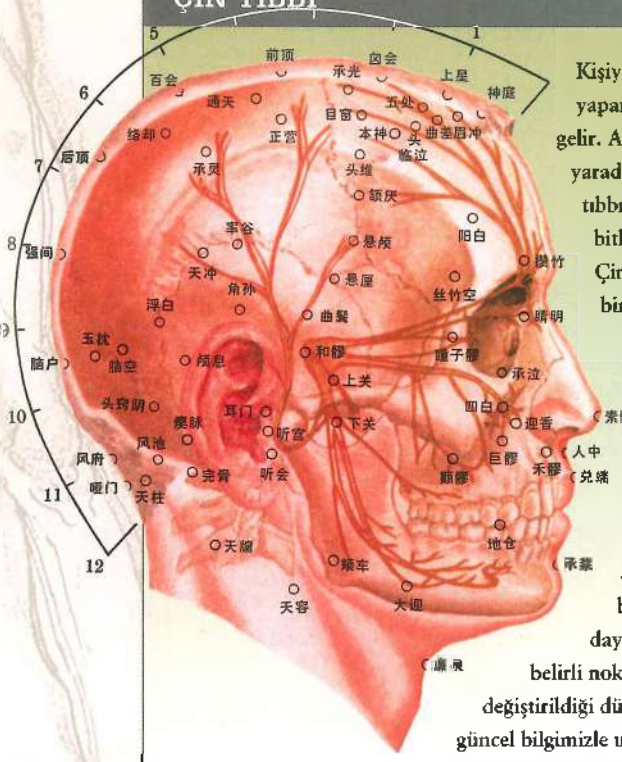
Solda: Leonardo 1489 dolaylarında bazı zihinsel becerilerin beyindeki yerlerini konumlandırma amacıyla bir dizi ayrıntılı kafatası çizimi yapmıştı.

Da Vinci'nin yaşadığı dönemde doktorlar insan anatomisine ilişkin bilgilerini 2. yüzyılda yaşamış, Galenos adıyla da bilinen Claudius Galenus'un kaba çizimlerine dayandırıyorlardı. Yaklaşık MS 130'da bugünkü Türkiye'nin sınırları içinde doğmuş bir Yunan olan Galenos, meslek yaşamına gladyatörlerin tedavileriyle ilgilenerek başlamıştı. Böylece ölüm döşeğindeki insan bedenine ilişkin derin bir bilgi edinmişti. O zamanlar insan bedeni üzerinde diseksiyon yapmak kesinlikle kabul edilmeyen bir uygulama olduğundan Galenos bu tür çalışmalarını çeşitli hayvanlarla yapıyordu. Anatomi bilgisini göstermek için meraklı Romalıların huzurunda bunların bedenlerini kesip açmaktan büyük keyif alırdı. Yazdığı kitaplar neredeyse kutsal metinler gibi kabul edildi ve sorgulanmadı. Leonardo'nun ölümünden kısa bir süre sonra Andreas Vesalius adlı bir Flaman cüce bu durumu değiştirene dek de bu şekilde sürdü.



Sağda: Yunan hekim Galenos yaklaşık 1 500 yıl boyunca tıpla ilgili her türlü konuda mutlak bir otoriteydi

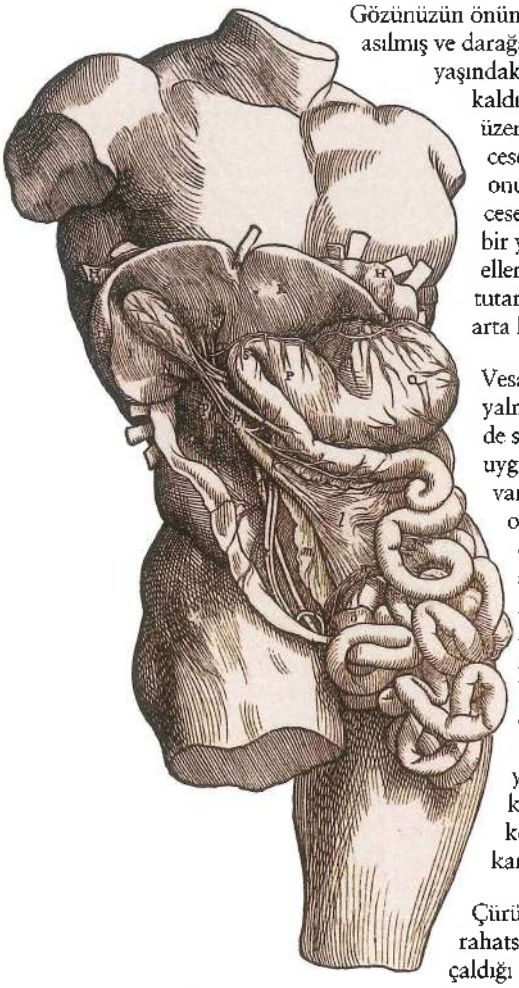
ÇİN TIBBI



Kişiyle çevresi arasındaki karşılıklı etkileşime daha çok vurgu yapan geleneksel Çin tıbbı, Batı tıbbından çok farklı köklerden gelir. Ayrıca Çin tıbbı tarih boyunca bir şeylerin nasıl işe yaradığından çok neyin işe yaradığıyla ilgilenmiştir. Çin tıbbının Çin dışında en yaygın olarak bilinen yönleri şifalı bitkiler ve akupunktur uygulamalarıdır. İki bin yıl önce Çin'de o zamanlar bilinen en değerli şifalı bitkileri listeleyen bir el kitabı hazırlanmıştı. Yıllar içinde eklemeler yapılarak genişletilen ve bugün hâlâ kullanımda olan bu kitapçık Ming Hanedanı döneminde (1368-1644) yazılan *Tıbbi Malzemeler Ansiklopedisi* adlı yapıta dönüştü.

Akupunkturun tarihi olasılıkla daha da eskilere gider. Kimilerinin iddiasına göre Taş Devri'nden kalan bazı sivriltilmiş taşlar bir tür akupunktur amacıyla kullanılıyordu. Geleneksel Çin düşüncesinde akupunkturun işleyişi, "ki" adı verilen yaşam enerjisinin bedendeki meridyenler ya da hatlar boyunca akmasına dayanır. Uzman bir akupunkturcunun bu hatlar boyunca belirli noktalara sapladığı iğneler sayesinde enerji akışının değiştirildiği düşünülür. Her ne kadar bu savlar insan biyolojisine ilişkin güncel bilgimizle uyuşmasa da birçok insan özellikle ağrılardan kurtulmalarında akupunkturun işe yaradığını düşünmektedir. Bu duruma kuşkuyla yaklaşan kişilerse akupunkturun karmaşık bir plasebo (yalancı ilaç) etkisi taşıdığı görüşündedir.

ÖLÜ DİSEKSİYONLARI



Gözünüzün önüne şöyle bir sahne getirin: Yıl 1536, bir suçlu asılmış ve darağacında çürümeye bırakılmıştır. Akşam vakti 22 yaşındaki tıp öğrencisi Vesalius çıkagelir. Başını kaldırarak arzuyla cesede bakar. İnsan bedeni üzerinde diseksiyon yapmak yasadışı olmasa da ceset hırsızlığı kuşkusuz öyledir. Ama bu durum onun gözünü korkutmaz. Vesalius bir sıçrayışta cesedin bacaklarını yakalar ve aşağı çeker. Korkunç bir yırtılma sesiyle cesedin bacakları Vesalius'un elleri arasında kalır. Vesalius bacakları sıkıca tutarak gecenin karanlığında kaybolur. Bedenden arta kalanlar içinse daha sonra geri gelecektir.

Solda: Vesalius'un ayrıntılı anatomi çizimleri bin yılı aşkın süredir sorgulanmayan birçok önyargıyı alt üst etmiştir.

Altta: Andreas Vesalius 1514-1564. Ailesinde çok sayıda doktorun olduğu büyük anatomici, çocukluğunun büyük bir bölümünü kuş, fare ve diğer küçük hayvanları kesip inceleyerek geçirmişti.

Vesalius'un yaptığı çok tehlikeli bir işti. Tehlike yalnızca hapse düşmesi ve yaşamını mahvetmesiyle de sınırlı değildi. Orada burada bulduğu bedenlere uyguladığı kılı kırk yaran diseksiyonlar, yüzyıllarca varlığını sürdüren bir inanç sistemine de meydan okuyordu. Vesalius'un öğrencisi olduğu tıp okulunda yalnızca tek bir anatomi ders kitabı seti vardı. Galenos'un yazdığı bu kitapları kıdemli bir doktor yüksek sesle okur, karşısında sorgulamadan bakan öğrenciler de başlarını sallayarak onu dinlerlerdi. Ne var ki Vesalius çağdaşlarını kızdıracak ve hatta iğrendirecek bir şey yaparak insan bedenini kendi elleriyle kesmeye ve kendi gözleriyle incelemeye karar vermiştir.



Çürüyen insan etinden hiçbir rahatsızlık duymayan Vesalius, çaldığı bedeni mutfak masasının üzerine koyar, masanın üzerinde çıplak kemikler kalana dek bedeni soymaya girişir. Yaptığı iş onun için bir hayvandan biftek parçaları hazırlamaktan farksızdı. Önce büyük bir kaba doldurduğu suyu kaynattı. Daha sonra cesetten küçük parçalar koparırak bu parçalardan olabildiğince çok deri ve et parçasını ayırdı. Ayırdığı parçaları kaba koydu ve parçalar lime lime oluncaya dek saatlerce kaynattı. En sonunda büyük uğraşlar sonucunda insan iskeletinin her parçasını kemik kemik tanımlamaya girişti. Bu çetin bir görevdi. İnsan bedeninde tam 206 kemik vardı ve iş daha yeni başlıyordu. Vesalius yalnızca kemiklerin yerlerini belirlemekle kalmak istemiyor, tek tek tüm organ, lif ve kasların haritasını çıkarmak, hepsinin bedende nereye denk düştüğünü öğrenmek istiyordu. Sanki bulmaca parçalarını yerine oturtuyor gibiydi. Bu işi yapabilmesi için daha çok bedene gereksinimi vardı. O da cesetleri çalmaya devam etti.





"Vesalius kitabında insan bedenindeki tüm organ, sinir ve kasların yerlerini hatasız olarak tanımlamış, daha da önemlisi insan anatomisi çalışmalarının yolunu açmıştı."

Yukarıda: Vesalius'un kitabının kapağını süsleyen teatral diseksiyon çiziminin (solda) yanı sıra, yapıtta yer alan bir çizim de görülüyor.

Vesalius, daha sonra Padova Üniversitesi'nde Cerrahi ve Anatomi Kürsüsü başkanı olduğu dönemde anlayışlı bir yargıçla karşılaştı. Yargıç, Vesalius'a yasal olarak daha uygun yollardan elde edilen bedenler sağlıyordu. Artık profesör olmasına karşın Vesalius diseksiyonları hâlâ kendi yapıyor, tuttuğu yetenekli ressamlar da çalışmalarının resmini yapıyordu. Bu resimler sonunda 1543'te *De humani corporis fabrica* (İnsan Vücudunun Yapısı Üzerine) adlı yapıtta bir araya getirildi. Vesalius kitabında Galenos'un yazdığı birçok şeyin hatalı olduğunu ve 1.300 yıllık tıp eğitiminin ciddi kusurları bulunduğunu gösterdi. Kimileri Vesalius'u çılgınlıkla suçladı. Kitabı dikkatle okuyanlarsa insan bedeninin Galenos'un zamanından beri değişmiş olabileceğini düşündüler. Andreas Vesalius, Galenos'un iki yüzü aşkın hatasını düzeltmişti.

Vesalius'un başyapıtı, Copernicus'un büyük eseri *De revolutionibus* (*bkz.* 1. Bölüm) ile aynı yıl yayımlanmıştı. Bu nedenle 1543 kimilerine göre bilim çağının başlangıcı olarak kabul edilir. Copernicus'un kitabının yarattığı büyük etki, yazarının ölümünden çok sonra ortaya çıktığından, bu biraz zorlama bir kabul olarak düşünülebilir. *De Fabrica*'da ele alınan konular, ölçek açısından Güneş Sistemi'nin yeniden düzenlenmesi kadar görkemli olmasa da kendi alanında anıtsal bir çalışmaydı. Vesalius kitabında insan bedenindeki tüm organ, sinir ve kasların yerlerini hatasız olarak tanımlamış, daha da önemlisi insan anatomisi çalışmalarının yolunu açmıştı. Kendisinin ve Da Vinci'nin de aralarında bulunduğu başka bazı kişilerin tutkuyla inandığı bir şeyi de ortaya koymuştu: Geçmiş dönem bilgeliğine güvenilemez, yapılması gereken, deneyler yoluyla gözlem yapmaktır.

Ne yazık ki Vesalius uzun ve mutlu bir yaşam süremedi. Hamilerinden biriyle arası bozulunca Kutsal Topraklar'a doğru hac yolculuğuna çıktı (Kimileri, vicdanına yenik düşerek üzerinde inceleme yaptığı tüm bedenlerin kefaretini ödemek için böyle bir yolculuğa çıktığını söylese de onun böylesi bir vicdan azabı duyması pek olası görünmüyor). 1564'te eve dönüş yolculuğunda içinde bulunduğu gemi bir Yunan adasında kayalara çarpıp battı. Vesalius bu adada açlıktan öldüğünde 50 yaşındaydı.

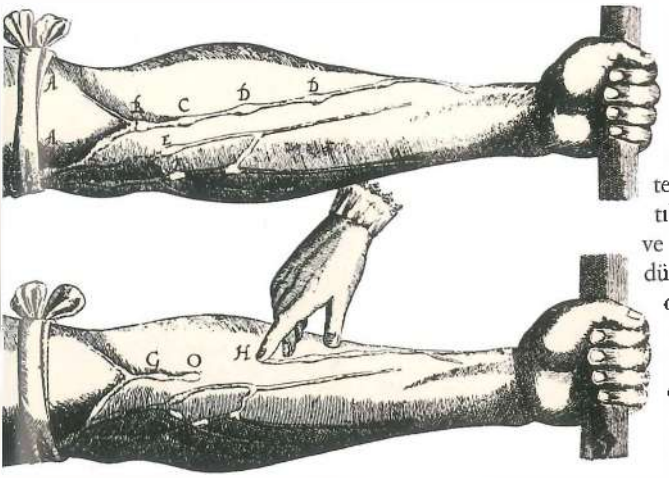
BEDEN BİR MAKİNEDİR

Vesalius'un öncü çalışmalarının birçoğunu gerçekleştirdiği Padova Üniversitesi'nin adı, önemli ve ileriyi gören bir tıp merkezi olarak öne çıkmaya devam etti. *De Fabrica*'nın yayımlanmasından 54 yıl sonra 1597'de İngiltere'den William Harvey adlı genç bir doktor çalışmalarını sürdürmek için bu üniversiteye geldi. Bir çiftçinin oğlu olan Harvey tıp eğitimini Cambridge'de almış ancak sönük bulduğu eğitim ilgisini çekmeyince Padova'ya gelmişti. Harvey, en az Vesalius'unkiler kadar rahatsız edici düşüncelerini Padova'da geliştirmeye başladı. İşin ilginç yanı özünde gelenekçi olan Harvey'nin statükoyu değiştirmek gibi bir kaygısı yoktu. Kısmen alay konusu olma korkusu kısmen de yazdıklarının nasıl algılanacağı endişesiyle buluşlarını oldukça geç yayımladı. Copernicus gibi o da gönülsüz bir devrimciydi. Galenos'un o ana dek sorgulanmadan kalmış az sayıda ilkesinden birini yerle bir etmeye doğru elinde olmadan sürükleniyordu. Harvey böylece insan bedenini bir makine gibi düşünen bir hareketin başlatıcısı oldu. Tanrı'dan korkan bir gelenekçinin hiç yaşamak istemeyeceği bir durumdaydı.

Harvey, Padova'ya geldiğinde Fabricius adıyla da bilinen Girolamo Fabrizio'yla çalışmaya başladı. Cerrah olan Fabricius'un adı günümüzde, damarlardaki kapakçıkları ilk bulan kişi olmasıyla anılmsanır. Fabricius kapakçıkların ayrıntılı çizimlerini yapmış olsa da bunların işlevi konusunda tümüyle yanılmıştı. Fabricius, kapakçıkların karaciğerden öteki organlara giden kanın akış hızını kontrol etmeye yaradığını düşünüyordu. Bu düşünceye ulaşmasına Galenos'un bir başka hatasına sadık kalması neden olmuştu. Harvey daha sonra kapakçıkların asıl görevini ortaya koyacak, kanın atardamar ve toplardamarlar arasında dolaşımını göstererek Galenos'un dünya görüşüne öldürücü darbeyi vuracaktı.

Aşağıda: 15. ve 18. yüzyıllar arasında Padova Üniversitesi önemli bir tıbbi ve bilimsel araştırma merkeziydi.





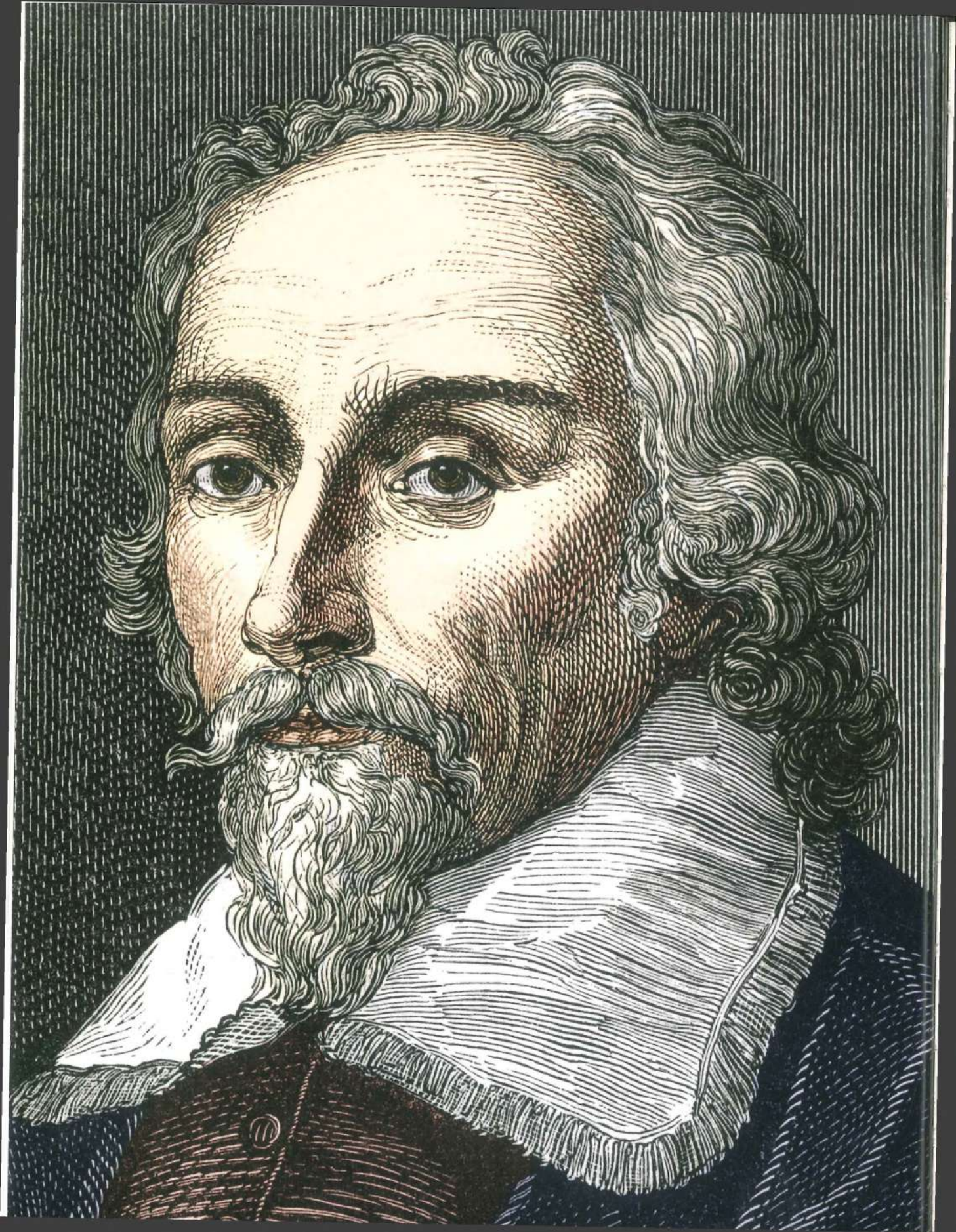
Yukarıda: Harvey'nin kitabından alınan bu çizimlerde kol damarlarında kanın akış yönü görülüyor.

Harvey'nin yaşadığı dönemde kanın dört temel salgıdan –insan vücudunu doldurduğuna inanılan dört temel maddeden– biri olduğu düşünülürdü. 16. yüzyıl tıbbına göre bu maddeler balgam, sarı safra, kara safra ve kandı. Bu dört maddenin dengeli olmasının gerektiği düşünülürdü. Örneğin çok fazla kan, hastalığa neden olabilirdi. Bu düşünceye inanıldığında, 19. yüzyılın sonlarına dek oldukça yaygın bir uygulama olan hacamatı (kan akıtma) akla yatkın bir tedavi yöntemi olarak görmek kaçınılmazdır. Doktorların kana yaklaşımları büyük oranda çok eski dönemlerden kalma düşüncelere dayanıyordu. Galenos'un öğretileri doğrultusunda artık iyice yerleşmiş ve genel kabul gören düşünceye göre insanların atardamar ve toplardamar olmak üzere iki farklı kan sistemi vardı. Birbirine bağlı olmayan bu iki sistemin vücudun beslenmesine yaptıkları katkı bütünüyle farklıydı. Galenos'a göre kan karaciğerde üretiliyor, toplardamarlar aracılığıyla tüm vücutta dolaşıyor ve bu yolculuk sırasında da tümüyle tüketiliyordu. Öte yandan atardamarların en önemli görevi, akciğerden vücuda "yaşamsal ruh" adı verilen bir maddeyi taşımaktı. Bu görüş elbette yanlıştı, ancak oksijenin 18. yüzyılın sonlarında Priestley ve Lavoisier'nin deneyleriyle (*bkz.* 2. Bölüm) bulunduğu düşünüldüğünde yine de çok kötü bir tahmin değildi.

İSLAM TIBBI



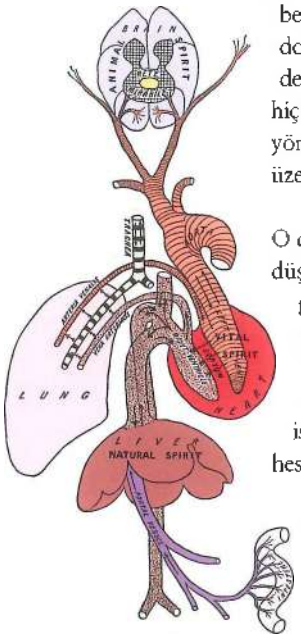
Ortaçağda İslam dünyasındaki tıp uygulamaları Batı'dan çok daha incelikliydi. İslam bilginleri, Eski Yunan ve Hintlilerden kalan yazılı eserleri toplayarak Arapçaya çevirmişlerdi. Böylece eski eserlerin daha ulaşılabilir ve anlaşılır olmasını sağlamakla kalmamış, kendi çalışmalarıyla bu eserlerdeki bilgilerin üzerine daha fazlasını koymuşlardı. İslam dünyasındaki en büyük tıp adamlarından biri, Batı'da Avicenna olarak bilinen, 11. yüzyılda yaşamış İbni Sina'dır. Yaptığı birçok şeyin yanı sıra, cüzamın bulaşıcı bir hastalık olduğunu ve yakın temasla bulaştığını ortaya koymuş, veba salgınlarını kontrol altına almak için karantina uygulamasının önemi üzerinde durmuştur. Yapıtları 17. yüzyılın ortasına dek Avrupa üniversitelerinde yaygın bir şekilde okutulmuştur. Müslüman doktorlar, hastaların gerekli eğitimi almış tıp adamlarınca tedavilerinin yapıldığı modern anlamda ilk hastane olarak kabul edilebilecek kurumları kurmuşlardır. Bu kurumlar temiz ve düzenliyken Hıristiyan Avrupa'daki hastaneler bunun tersine düzensiz, sağlıksız ve yatak istirahatından öteye gitmeyen etkisiz tedavilerin uygulandığı yerlerdi. İbni Sina'nın çalışmaları sayesinde İslam dünyasındaki hastaneler koğuşlara ayrılmış olduğundan bulaşıcı hastalıkları olan hastalar öteki hastalardan ayrı tutulabiliyordu.



DENEYCİLER

Harvey 1602'de İngiltere'ye döndüğünde sosyal çevresi sayesinde seçkin bir kulüp olan Royal College of Physicians'ın (Kraliyet Doktorlar Koleji) üyesi oldu. Burada kendisinden haftanın üç günü kolejin değerli üyelerine fizyoloji dersi vermesi bekleniyordu. Canlılardaki fizyolojik süreçleri cesetler üzerinde anlatmak çok zor, daha doğrusu olanaksız olduğundan Harvey'nin de yaratıcı olması gerekiyordu. Harvey derslerine hayvanlar üzerinde yaptığı cerrahi uygulamaları katarak insanlar üzerinde hiçbir sorun yaşanmadan neler yapabileceğini gösterdi. Birtakım uygun gösterim yöntemleri peşinde koşarken akciğerlerle kalbin arasındaki ilişkiyi keşfetti. Bunun üzerine dikkatini önce kalbe, sonra da kana yöneltti.

Aşağıda: Galenos'a göre kanın organlar arasındaki akışı görülüyor. Buna göre kan vücutta dolaşmak yerine dalgalar halinde ilerler



O dönemdeki hemen herkes gibi Harvey de kanın karaciğerde sürekli üretildiğini düşünüyordu. Ancak karaciğerin kan üretimini Royal College'ın üyelerine nasıl gösterebilirdi? Yavaş yavaş hiç hoşuna gitmeyen bir gerçekle yüzleşti: Bunu yapması olanaksızdı; çünkü yaptığı her şey açıkça gösteriyordu ki Galenos'un söyledikleri bütünüyle yanlıştı. Titiz incelemeler sonucunda kanın, Galenos'un betimlediği şekilde üretilmesinin olanaksız olduğunu gördü. Harvey basit bir yöntem izleyerek işe koyuldu. Kalbin kapasitesini ölçmüş, dakikada ne kadar kan pompalayabileceğini hesaplamış ve en ihtiyatlı tahminleri yaptığında bile hayretler içinde günde 240 kg'ın çok üstünde bir değere ulaşmıştı. Bu, bir insanın toplam vücut ağırlığının üç katından çoktu. Bunun mantıklı hiçbir açıklaması yoktu. Hesaplar üzerinden tekrar tekrar geçse de çıkan sonuç hep aynıydı. Hiç istemese de Galenos'un hatalı olduğuna karar verdi. İnsan vücudu bu kadar kısa bir zamanda böylesine çok kanı üretip sonra hepsini tüketemezdi.

Harvey yaptığı yeni deneylerle, insan vücudunda olan bitenler için daha akla yatkın bir açıklama olduğunu anladı. Atardamarlar ve toplardamarlar birbirine bağlı ve dolaşım sisteminin birer parçası olmalıydılar. Ne yazık ki atardamarlarla toplardamarları birbirine bağlayan küçük kan damarları olan kılcal damarları ayırt edebilecek denli güçlü mikroskoplar henüz yoktu. Bu nedenle Harvey kuramını dolaylı yöntemler kullanarak kanıtlamak zorundaydı.

Sağda: İlk kan nakli çalışmalarından birini gösteren bir resim görülüyor. İnsan kanı koyun kanıyla yenileniyor.



Harvey'nin en ünlü deneyleri, kendi üzerine uyguladıklarıydı. Harvey ilk önce bir bağ ipiyle üst kolunu sıkarak parmaklarına giden tüm kanın durmasını sağladı. Sonra alt kolundaki (bağ ipinin altında kalan kısımdaki) toplardamarlar şişmeye başlayana dek bağ ipini yavaşça gevşetti. Harvey bu durumu şöyle açıklamıştı: Bağ ipini gevşettiğinde atardamarlardaki kan parmaklara ulaşabilmişti. Ancak bağ ipi yolu hâlâ kapattığından kan toplardamarlardan dönerek kalbe akamamıştı. Bilindiği gibi

Solda: William Harvey 1578-1657. Harvey'nin tıbba getirdiği yeni yaklaşım eski dönemlerin yetkin kişilerine güvenmek yerine deney ve gözleme dayalı yeni bir paradigmanın kurulmasını sağladı

D.E.Ü. MERKEZ KÜTÜPHANESİ


EXERCITATIO
ANATOMICA DE
MOTV CORDIS ET SAN-
GVINIS IN ANIMALI-
BVS,
GVILIELMI HARVEI ANGLI,
Medici Regii, & Profeſſoris Anatomiæ in Col-
legio Medicorum Londinenſi.
FRANCOFVRTI,
Sumptibus GVILIELMI FITZERI.
ANNO M. DC. XXVIII.

Solda: Harvey'nin devrim niteliğindeki kitabının kapağı görülüyor. Elde ettiği sonuçlar tartışmalı olsa da Harvey'nın doktor olarak itibarı bunlardan pek etkilenmedi.

toplardamarlar atardamarlara oranla yüzeye daha yakın olduklarından bu damarlardaki kan akışı daha az basınç uygulanarak engellenebilir.

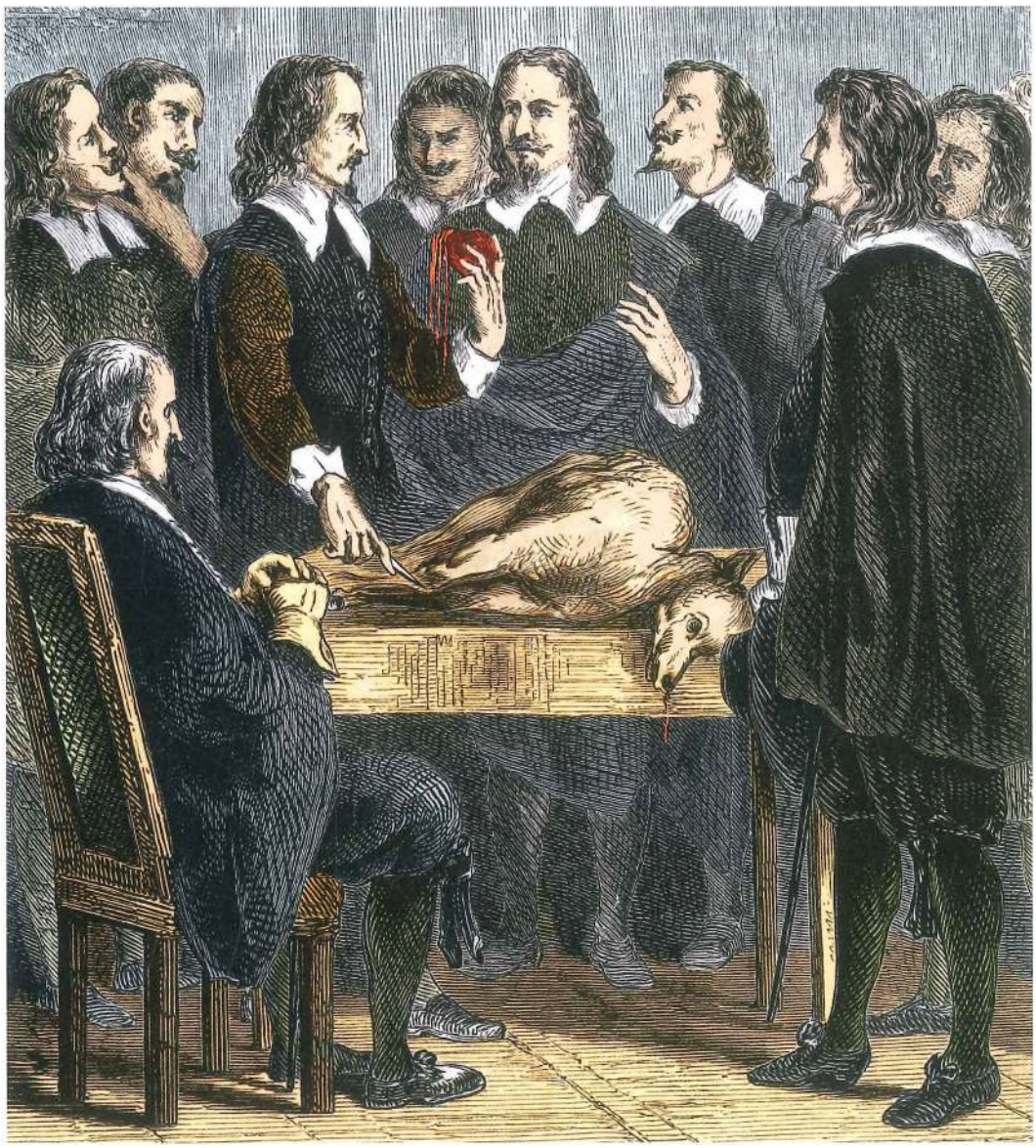
Harvey eski hocasının keşfettiği kapakçıkların asıl görevinin ne olduğunu da anlamıştı. Bunlar kanın bir yönde, özellikle de yerçekimine karşı akması gerektiği durumda kalbe doğru akmasını sağlıyorlardı.

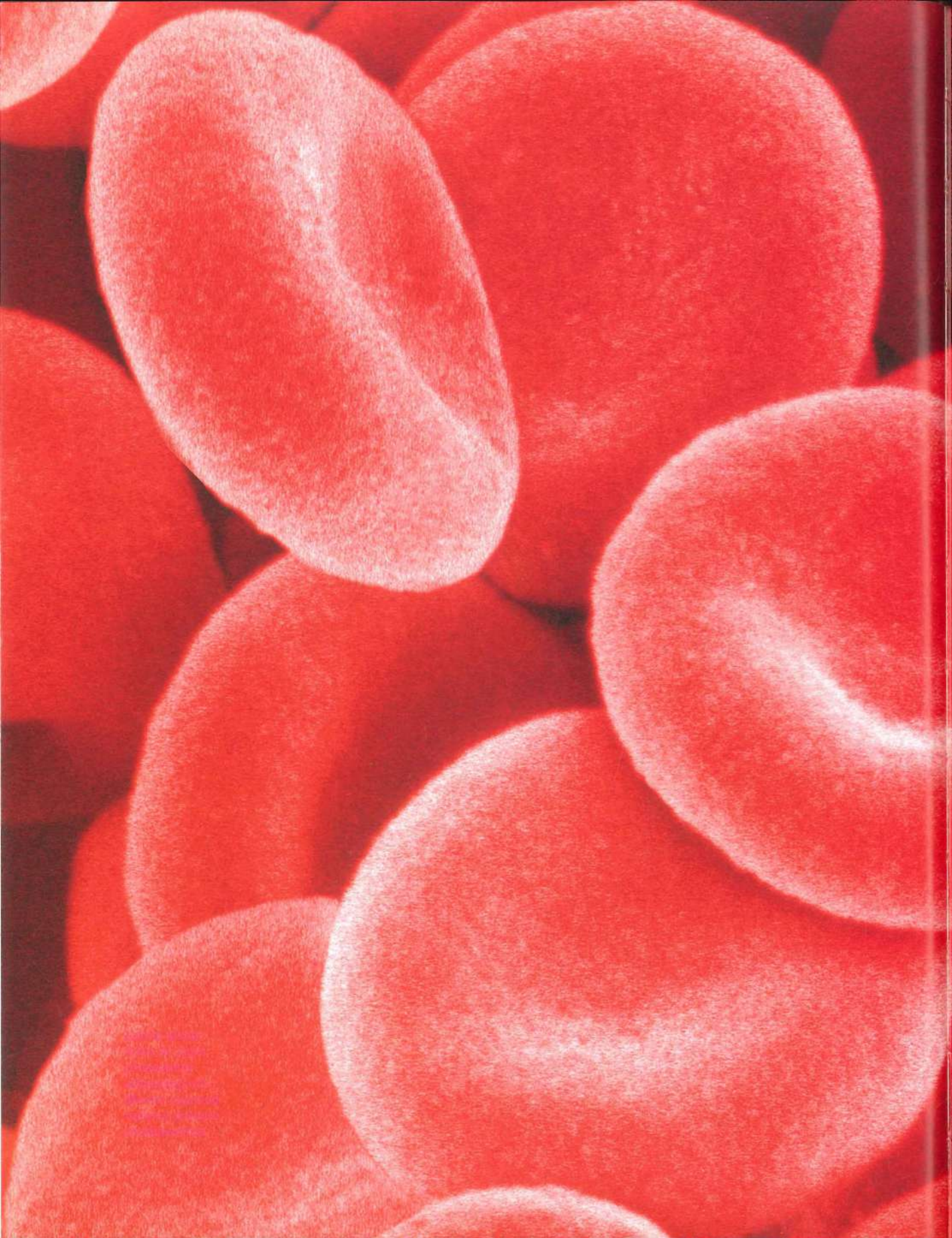
Bu ve benzeri deneylerin sonucunda Harvey çok geçmeden kanın, kalbin itici gücüyle tüm vücutta dolaşması gerektiğini anladı. Dinsel ve Aristotelesçi görüşleri güçlü olan Harvey, "Kan dolaşımı düşüncesinin klasik tıp bilgisini yerle bir etmediğini, tersine, geliştirdiğini," öne sürüyordu. Ancak tümüyle yanılıyordu; keşfi geleneksel öğretiyi baştan aşağı sarsmıştı. Harvey'nin bu buluşu dengede duran yaşamsal kuvvetler yerine, vücudu karmaşık bir makine olarak gören anlayışın ortaya çıkmasını sağlayacaktı. Buluşlarının yol açabileceklerinden haklı olarak kaygı duyan Harvey bunları yayımlamayı geciktirerek tıbbi becerilerini geliştirmeye yöneldi. Harvey 1613'te yaşamını yitiren I. James'in, sonra da I. Charles'ın özel doktoru oldu. Ancak kafasındaki yeni düşünceleri tümüyle bir yana bırakamıyordu. Örneğin, saray çevresinden tanıdığı Vikont Montgomery'nin oğlunun başına gelen talihsiz bir kaza yüzünden kalbin aslında bir pompa görevi gördüğünü, bu düşünceye kuşkuyla yaklaşan meslektaşlarına gösterdiğinde çok heyecanlanmıştı. Vikontun oğlu çocuk yaşlarında attan düşmüştü. Kaza, çocuğun göğsünde bir delik bırakmıştı. Harvey "Deliğin ucunu kaplayan yara izinden bakıldığında kalbin nasıl attığı hissedilebiliyor ve görülebiliyordu," diye yazmıştı.

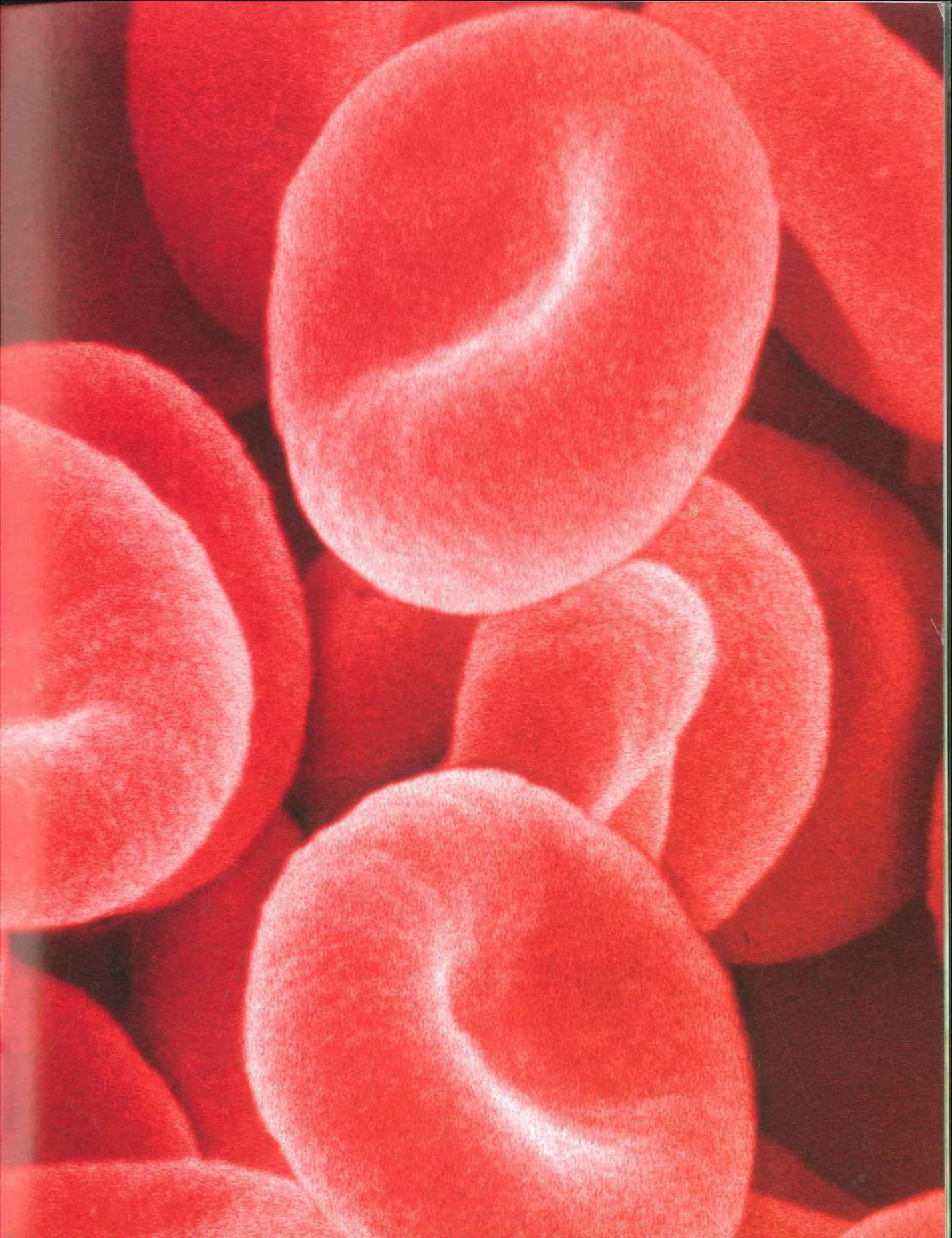
Harvey çalışmasını en sonunda 1628'te, ilk deneylerini gerçekleştirdikten tam 12 yıl sonra yayımladı. Kitabın adı *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*'tu (Hayvanlarda Kalp ve Kanın Hareketleri Üzerine Bir Anatomi Çalışması). Kitaba verilen tepkiler korktuğu gibi olmamış, adına leke sürülmemişti. Harvey istemeyerek de olsa daha mekanik bir vücuda yönelik ilk kanıtları bulmuş ancak yaptığı bu buluş bir sorunun yanıtını verirken çok daha fazla sorunun ortaya çıkmasına yol açmıştı. Öyleyse karaciğerin görevi neydi? Akciğerler ne işe yarıyordu? Kan dolaşımının kabul edilmesi, benimsenmiş bilgeliğin güven ve bütünlüğünün terk edilmesi anlamına geliyordu.

İngiltere'de iç savaş çıktığında Harvey, kralın özel doktorluğunu sürdürdüğünden Oxford'daki kraliyet kalesine çekilmişti. Burada aralarında hava basıncı üzerine yapacağı gözlemlerle daha sonra adını duyuracak Robert Boyle (*bkz.* 2. Bölüm) ve Robert Hooke'un da bulunduğu bir grup deneyci gence esin kaynağı oldu. Oxford'da olduğu dönemlerde kan nakli, gebelik ve embriyolojinin yanı sıra, daha birçok alanda birlikte araştırmalar yaptılar. Harvey öğrencilerinin aklına "deneysel bilim" kavramını soktu ve böylece İngiltere'de bilimsel araştırmaları yüzyıllar boyunca şekillendirecek bir geleneği başlatmış oldu. Boyle ve arkadaşları 1662'de Royal Society'yi kurduklarında deneysel yöntem bir kez daha ivme kazandı.

Aşağıda: William Harvey'nin kan dolaşımı üzerine verdiği derslerde yaptığı hayvan diseksiyonlarından birini konu alan bir resim görülüyor.







YAŞAM NEDİR?

Vesalius'un 1543 tarihli kitabı Galenos'un anatomiye ilişkin savlarının birçoğunu sarsmıştı. Tıpkı Kepler, Galileo ve Newton'un Evren'in doğasına ilişkin düşünceleri yeniden düzenlemelerinde Copernicus'un 1543'te yayımladığı kitabının esin kaynağı olması gibi Harvey'nin düşünceleri de salgılara ilişkin Aristotelesçi inanışın ayakta kalan son kalıntılarının da ortadan kalkmasına yol açacaktı. Newton'un hareket yasaları insanların dünyayı ve hatta kendilerini matematiksel ve mekanik bir anlayışla düşünmelerini sağlamıştı. Benzer bir şekilde 17. yüzyılın sonlarında insan bedeni artık Tanrı'nın yarattığı gizemli ve bilinmez bir organizma olmaktan çıkmış ve son derece karmaşık, mekanik bir oyuncak olarak görülmeye başlanmıştı. Peki, bu makineyi harekete geçiren neydi? Yaşam, tek başına mekanikten daha öte bir şey olmalıydı. Anatomi bilginleri vücudun nasıl çalıştığına ilişkin elde ettikleri tüm başarı ve açıklamalara karşın, yaşamın "canlılığını" açıklamayı henüz başaramamışlardı.

İnsanlar genel olarak, canlılara özgü belli başlı nitelikler olduğu konusunda aynı görüşü benimser. Bu nitelikler hareket etme, büyüme, beslenme, uyarılara tepki verme ve üreme olarak sayılabilir. Ancak bunların hepsi de yaşamın doğasına ilişkin bazı yeni soruları akla getirir. Örneğin, yangın da hareket edebilir ve büyüyebilir; besin tüketir, rüzgâra tepki verir. Ancak yangın canlı değildir. Öte yandan katırlar ve işçi arılar üreme becerisinden yoksunken birer canlıdırlar. Bu nedenle bir kavram olarak "yaşamdan" kastedilenin ne olduğunu tam olarak belirlemek güçtür. İçgüdüsel olarak canlıyla ölü arasındaki farkı biliriz ancak farkların özel olarak belirtilmesi ayrı bir konudur. 17. yüzyıl deneycilerine göre gizemli bir enerjinin, yaşamı harekete geçiren bir şeyin olması gerekiyordu. Peki ama neydi bu?



Solda: Arılar gibi bazı böcek türlerinde rastlanan sıra dışı sosyal yapılar, "yaşam"ın ne olduğunu tanımlamak için atılan ilk adımlarda işleri biraz zorlaştırmıştı.

Önceki sayfa: 5.000 kez büyütülmüş, insana ait kırmızı kan hücreleri görülüyor. William Harvey 1600'lü yılların başında dolaşım sisteminin işlevini ortaya koymuştur; ama kırmızı kan hücrelerinde bulunan hemoglobinin -oksijen taşıyıcı protein- keşfi Max Perutz tarafından ancak 1959'da gerçekleştirilmiştir.



Yukarıda: Giovanni Aldini'nin elektrik akımı kullanarak bir boğa kafasını canlandırmaya çalışması görülüyor. Aldini, 1800'lü yılların başında bazen insan cesetlerinin de gösterinin bir parçası olduğu ürkütücü kulda gösterisiyle Avrupa'yı dolaşmış, insanlar da para vererek bu gösterilen izlemişti.

"İnsan bedeni artık Tanrı'nın yarattığı gizemli ve bilinmez bir organizma olmaktan çıkıp son derece karmaşık, mekanik bir oyuncak olarak görülmeye başlandı."

Önceki bölümlerde öğrendiğimiz gibi elektrik uzun yıllardır üzerinde çalışılan ancak pek de anlaşılamayan bir konuydu. Torpilbalığı ve yılanbalığının, Pieter van Musschenbroek'ün elektrik depolamak için ürettiği ilk aygıt olan Leyden kavanozundan farksız bir elektrik akımı üretebiliyor olması 18. yüzyılın sonlarında insanların aklını oldukça karıştırıyordu. 1786'da Luigi Galvani, vücutlarından koparılmış birkaç kurbağa bacağını bakır tellerle demir bir balkona asarak ölü hayvanın bacaklarının seğirmesini sağlayınca ateşli bir tartışma başlatmış oldu. Galvani kurbağanın içinde, ölü olduğunda bile hayvanı hareket ettirebilen bir elektriksel kuvvetin bulunması gerektiğini düşündü. Bundan çıkan sonuç açıktı: Hayvanı hareket ettiren güç "hayvansal elektrikti".

Alessandro Volta "kimyasal elektriğin" "hayvansal elektrikle" tümüyle aynı şey olduğuna inanıyordu. Galvani'yle bu konuda tartışmaya giren Volta böylece ilk pili geliştirmişti (*bkz.* 4. Bölüm). Bununla birlikte elektriğin yaşam veren bir kuvvet olması gerektiği düşüncesi yalnızca fiziği ve bir bütün olarak bilimi etkilemiyor, edebiyatta yeni bir tür yaratan yazarların aklını da meşgul ediyordu. En ünlüsü kuşkusuz Mary Shelley'nin *Frankenstein* adlı yapıtı olan yeniden canlandırma öyküleri yazılıyordu. Bu arada Galvani'nin yeğeni Giovanni Aldini, dayısının araştırmasını sürdürdü ve onu daha ileri bir aşamaya taşıdı. Aldini 1802'de Doğu Londra'daki Newgate'te idam edilen George Forster adlı bir katili, ona elektrik vererek yaşama döndürmeye çalıştı. Newgate'te gerçekleştirilen idamların kaydının tutulduğu Newgate Kütüğü'nde "İşlem ilk olarak yüze uygulandığında merhum suçlunun çenesi titremeye, bağlı kaslar korkunç bir şekilde eğilip bükülmeye başladı. Gözlerden biri gerçekten de açıldı. İşlemin ilerleyen aşamalarında sağ el havaya kalktı ve sımsıkı kasıldı. Bacaklar ve kalça hareket etmeye başladı," diye yazılıdır. Orada hazır bulunanlardan bazıları Forster'ın gerçekten de yaşama geri dönüşüne tanıklık ettiklerini düşünmüşlerdi (Newgate Kütüğü'nde, böyle bir şeyin olması durumunda bile Forster'ın infazının yeniden gerçekleştirileceğini çünkü cezasının "ölünceye dek asılmak" olduğu belirtiliyor). Pass adlı bir görevli orada gördüklerinden o kadar dehşete düşmüştü ki olay yerinden ayrıldıktan kısa bir süre sonra yaşamını yitirdi.

Bilim en sonunda yaşamın sırrını keşfetmeye çok yakın gibi görünüyordu. Royal College of Surgeons'ın (Kraliyet Cerrahlar Koleji) 1814'teki bir toplantısında yapılan tartışmada "elektrik olgusunun" ve yaşamın birbirlerine "karşılık geldiği", elektriğin "canlılardaki tüm kimyasal işlemleri" yerine getirdiği ileri sürülmüştü. Ancak soruların yanıtı elektrikse o zaman bir soru daha ortaya çıkıyordu: Canlıların içindeki elektrik nasıl üretiliyordu? Galvani ve Aldini bu sorunun yanıtını bilmiyordu. Biyoelektrik düşüncesi çamura saplanmıştı. Elektriğin hücre düzeyinde yaşamın şekillenmesi için ne kadar önemli olduğu ancak 20. yüzyılın ortalarında anlaşılacaktı. Anatomi bilginleri insan bedeninin birçok yönden bir makineye benzediğini göstermişti. Elektrofizikçiler bu makineye güç verenin elektrik olduğunu kanıtlamak için çabalamışlar ancak bunda büyük ölçüde başarısız olmuşlardı. Yaşamın sırrını keşfetmek için bir sonraki büyük umut, kısa süre sonra ortaya çıkacak olan kimyaydı.



KİMYANIN DOĞUŞU

1800'lü yılların başında Wilhelm von Humboldt, Prusya'da eğitim bakanlığına getirildi ve özellikle üniversite düzeyinde, eğitimin hedefi olarak görülen şeyi baştan aşağı değiştirdi. Bu sarsıcı reformlar sayesinde üniversiteler öğrencilerin bilgileri ezberlemek için geldikleri bir yer olmaktan çıkarak kendilerinin de bizzat dahil olduğu, araştırmaların yapıldığı yerler haline geldi. Bu anlayış Yale ve Harvard gibi önemli Amerikan üniversitelerinin kurulmasında da bir eğitim modeli olarak kabul gördü. Artık asıl önemli olan bilginin bir ürün olarak değil bir süreç olarak görülmesiydi. "Eğitim" kendine güvenme, kendi başına karar verebilme ve eleştirel düşünme gibi entelektüel erdemlerle donatılmış saygılı yurttaşlar yaratabilmenin önemli bir yolu olarak görülüyordu.

Humboldt'un eğitim reformları sayesinde üniversitelere daha çok finansman sağlanmış, değişik birçok araştırma alanında ilgi patlaması yaşanmıştı. Almanya, tarihinde ilk kez yeni teknolojiler geliştirme ve buluşlar yapma konusunda Britanya ve Fransa'yı geride bırakmıştı. Çok sayıda öğrenci kimya eğitimi almaya, başka ülkelere yolculuklara çıkmaya, oralardaki sırları öğrenmeye ve sonra dönüp onları geliştirmeye başlamıştı. Tüm bu olanlar insan yaşamında neler olduğunu keşfetmeye yönelen yeni bir dünyanın, hem de bütünüyle Almanların yararlanacağı bir dünyanın kapılarını açmıştı. Acaba yeni oluşturulan kimya disiplini yaşamın sırlarını ortaya çıkarmada elektrofizikten daha etkili olabilir miydi?

Yaşamın kimyayla açıklanabileceği düşüncesine ilk inananlardan biri Lustus von Liebig'di. Liebig 1824'te Gieseen'de bir araştırma merkezi kurarak büyük bir gayretle beden fonksiyonlarını açıklamaya girişti. Öğrencilerinden insan bedenine giren her türlü kimyasal maddenin, besinler, gazlar ve suyun içeriğini analiz etmelerini, test etmelerini ve saymalarını istedi. Öğrencilerin talihsiz bir görevi daha vardı. İncelemeye bedenden çıkan her şey de dahildi. Liebig girdilerin ağırlığının tam tamına çıktıların ağırlığına eşit olduğunu gösterdi. Ona göre bu bilgi, yaşamın bir dizi kimyasal tepkimeye indirgenebileceğinin kanıtıydı. Yaşamın düşünüldüğü kadar özel olmadığına karar veren Liebig, kılı kırk yaran analitik yöntemlerine karşın yine de eleştirilerden kurtulamadı. Ünlü Fransız fizyolog Claude Bernard bu yaklaşımın "evde neler olup bittiğini kapıdan kim girdi, bacadan kim çıktıya bakarak anlamaya çalışmak" gibi olduğunu belirtti. Böylece yaşamın sırrını bulma arayışında odak noktası tüm bedendeki kimyasal süreçlerden bedende gerçekleşen belirli kimyasal tepkimelere yöneldi.



Solda: Justus von Liebig 1803-1873 Liebig'in insan bedeni incelemeleri bazı önemli kimyasal süreçlerin geliştirilmesini sağladı. Buluşları arasında yapay gübre ve konsantre et özütü gibi ürünler yer alıyordu.

Sağda: Liebig'in çalışma masasını gösteren bu çizimde, okul laboratuvarlarında bugün hâlâ yaygın olarak kullanılan ilginç şekilli "Liebig yoğunlaştırıcısı" görülüyor.

HORMON CENNETİ



Charles-Édouard Brown-Séquard
1817–1894

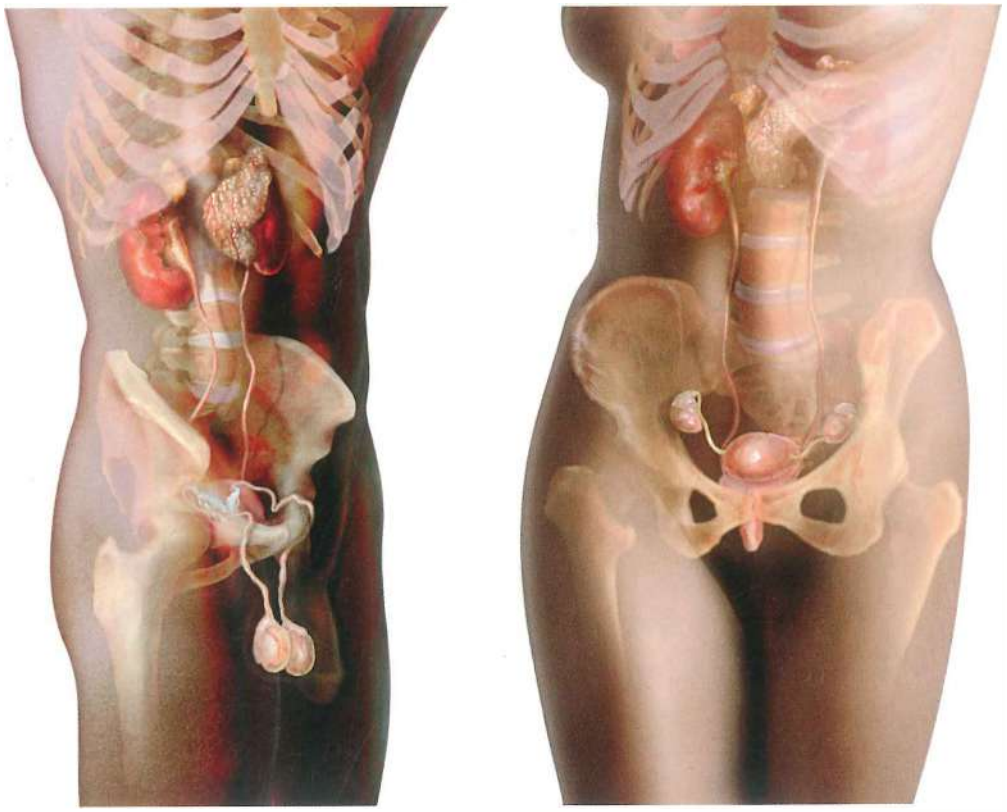
1880'li yıllarda cinsel boşalmanın "sıklığıyla orantılı bir ruhsal ve fiziksel dermansızlık" yarattığı "çok iyi bilinen bir gerçekti". Kimileri için bu, termodinamiğin ilk yasasının insanlara uyarlanmış haliydi; enerji yoktan var edilemez ve yok edilemezdi. Bu durumda bedende belli miktarda enerji ve meni –yaşam oluşturma yolunda ilk adım– varsa boşalma anında bu yaşamsal beden enerjisinin kaybedilmesi gerekirdi. Bu mantığa göre cinsel perhiz bedendeki enerji düzeyini korurdu. Bu, Viktorya dönemi insanlarının mastürbasyon konusunda bu denli düşünüp tartışmasının da bir nedeni olabilir. "Önyargılar değil serbest düşünce" özdeyişi ana salonunda altın harflerle parıldayan Collège de France'taki yaşlıca bir profesörse buradan başka sonuçlara ulaşmıştı. Charles-Édouard Brown-Séquard eğer insan, meniyle birlikte yaşamsallığından da kaybediyorsa, o zaman meninin içinde yaşamsal bir şeyler bulunması gerektiği sonucunu çıkardı.

Brown-Séquard tıp alanında kurallara uyan biriydi. Bazı organlardan dışarı atılan ve kan yoluyla vücutta dolaşarak öteki organların davranışlarını etkileyen kimyasal maddelerin olduğunu ilk öne sürenler arasındaydı. Brown-Séquard 1856'da böbreküstübezleri alınan bir hayvanın hayatta kalamayacağını gösterdi (Böbreküstübezlerinin başka birçok şeyin yanı sıra, vücudu dövüşmeye ya da hızla kaçmaya hazırladığı için "dövüş ya da sıvış" hormonu olarak da adlandırılan adrenalini salgıladığı daha sonra keşfedilecekti). Brown-Séquard, çok saygıdeğer bir bilim insanı olduğundan onun en tartışmaya açık deneyleri bile dinlenmiştir. Brown-Séquard 72 yaşındayken köpek ve kobayların testislerinden aldığı kanı, meni ve bu hayvanların parçalanmış testislerinden elde edilen sıvıyla karıştırdı. Brown-Séquard bu karışımı on değişik zamanda kendi kol ve bacaklarına şırınga etti. *The Lancet* adlı tıp dergisinde fiziksel yaşlanmasının "büyük bir değişikliğe" uğradığını bildirdi. Deneyi anlattığı ve pek de yaratıcı olmayan bir ad verdiği *The Elixir of Life* (*Yaşam Suyu*) kitabında Brown-Séquard enjeksiyonlar sonrasında kendisini 30 yaş daha genç duyumsadığını ileri sürecek kadar işi ileriye götürmüştü. Artık geceleri geç vakte kadar çalışabiliyor, merdivenleri tırabzanlara tutunmadan çıkabiliyordu. Tuvalet düzeninin de iyileştiğini sözlerine ekliyordu. Brown-Séquard'ın raporu, kimilerince "bunamaya bağlı delilik" yakıştırmasıyla alaya alınsa da hormon adı verilecek bir dizi yeni maddeyle ilgilenenleri de bir araya toplamıştı.

Bugün, köpek ve kobay testislerinde rastlanan testosteron hormonunun erkek kaslarının ve kütlesinin gelişiminde ve korunmasında önemli olduğunu biliyoruz. Ancak Brown-Séquard'ın ileri sürdüğü gibi hayvan testislerinden elde edilen özütün şırıngayla vücuda verilmesiyle kitabında belirttiği fiziksel değişikliklerin gerçekleşeceğini söylemek gülünç kaçıyor. Hayvan dokusunun bu yolla özümsenemeyeceğini artık biliyoruz. Deneyimlediği şey büyük olasılıkla plasebo etkisiydi –umudun insana karşı kazandığı bir zafer. Brown-Séquard'ın yaptığı köpek deneyleri tıp çevrelerinde alaya alınsa da bu durum başka (erkek) bilginleri, insan testisleriyle neler yapılabileceği sorusuna yanıt aramaktan alıkoyamadı. 1914'te George Frank Lydston kendisine testis nakli uyguladı ve anlaşılan böyle yaparak da yeniden doğdu. "Bana inanılmaz bir zindelik verdi," diye gururla anlatıyordu. California'daki San Quentin Hapishanesi'nde idam edilen mahkûmlardan alınan testisler başka kişilere nakledilmeye başlandı.

Toplamda gerçekleştirilen bin testis naklinin birçoğunda dinçleşme etkisi görüldüğü bildirilmişti. Çok geçmeden ünlü kişiler testislerinden daha çok verim alabilmek için tasarlanan bu tuhaf tedaviden yararlanabilmek için sıraya girmişti bile. Bu kişiler arasında Sigmund Freud ve şair W. B. Yeats de vardı. Yeats sık sık, yaşadığı "ikinci ergenlikten" ve neden olduğu üretken boşalmalardan söz ediyordu. Dublin basını ona "yaşlı bez" adını takmıştı. Yeats yapılan naklin, içindeki "yaratıcı gücü" yeniden canlandırdığı konusunda böbürleniyordu. Yaşamının sonuna dek her durumda süreceğini iddia ettiği "cinsel arzusundan" söz etmeye gerek bile yok.

Chicago Üniversitesi'nden Fred Koch boğa testislerinden testosteron çıkartmanın bir yolunu bulduğunda yıl 1927'ydi. Laboratuvarı, devasa büyüklükteki Chicago canlı hayvan pazarına yakın olan Koch düzenli olarak taze mallar üzerinde çalışma fırsatı buluyordu. Testosteron çıkartma süreci çok yorucu, hatta oldukça mide bulandırıcıydı. 18 kg sığır testisinden yalnızca 20 mg testosteron çıkartabiliyordu. Koch elde ettiği bu hormonu kısırlaştırılmış kedi ve domuzlara şırınga ettiğinde hayvanların cinsel açıdan yeniden üretken erkeklere dönüştüğünü gözledi. 1930'lu yıllara gelindiğinde testosteron yapay olarak elde edilebilir olmuştu. Artık bu hormonun erkek vücudunun gelişimi için çok önemli olduğunu biliyoruz. Her fetüs dişidir ve gebeliğin başlangıcından sonraki 7. ile 12. haftalar arasında yoğun bir testosteron bombardımanına maruz kalmadığı sürece de genetik olarak erkek olsa bile bir dişiye dönüşecektir. İşte, bu nedenle erkeklerin de meme uçları vardır. Meme uçları ilk testosteron bombardımanı başlamadan önce gelişir.



Sağda: İnsanın endokrin sistemindeki hormonlar yalnızca birkaç organda üretilir: beyinde epifiz ve hipofiz bezlerinde, boğazda tiroit bezinde, göğüste timüs bezinde, böbreklerde ve pankreas yakınlarındaki böbreküstübezleri ile yumurtalıklar ve testislerde.



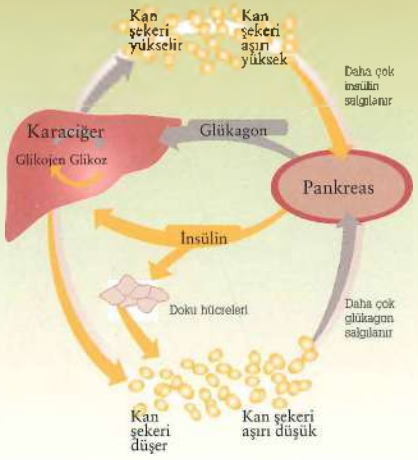
Solda: Gelişmekte olan bir fetüste hormonlar, hücrelerin farklılaşarak değişik organ ve uzuvlara dönüşümünü başlatır.

Sağda: 1960'lı yıllardan başlayarak doğum kontrol haplarına yaygın bir biçimde ulaşılabiliyor olunması Batı ülkelerinde sosyal bir devrimin başlamasını sağlamıştır.

Çok geçmeden insan bedenindeki birçok görevin hormonlarca yerine getirildiği anlaşıldı: Cinsiyet hormonları bebeğin erkek mi dişi mi olacağını belirler, kalıplaşmış olarak adlandırılabilecek erkek/dişi hareketlerini belirleyerek beynin şekillenmesini sağlar; büyüme hormonu büyümeyi kontrol eder; dopamin mutluluk ve öfori duygularını üretir; kortizol bağışıklık sistemini kontrol eder. Bu sayılanların yanı sıra, daha birçok hormon vardır. Hormonların gösterdiği güçlü etkilerin keşfedilmesiyle bedenimiz üzerinde kazandığımız benzersiz kontrol toplumu da değiştirmiştir. Steroid hormonlar, adrenalin, insülin ve tiroksinden insanın yaşamını kurtaran pek çok ilaç üretildi. Daha büyük bir etki yaratan keşifse 1930'lu yıllarda geldi. Progesteron hormonu kadınlarda yumurta oluşumunu durdurabiliyordu. Bu buluş, ABD'de onaylı ilk doğum kontrol hapının 1960'lı yıllarda piyasaya çıkmasını sağladı. Progesteronu hayvanlardan elde etmek çok pahalıydı ancak 1941'de Penn State Üniversitesi'nde Amerikalı bir profesör bu hormonun Meksika tatlı patatesinden yapay yolla elde edilebileceğini buldu. Bu çalışmaya çok uzun bir süre ilgi duyan kimse olmadı. Yapay progesteronun güvenilirliğine ilişkin kaygılar vardı. Kadınlarda hafifmeşrepliğe yol açmasından korkulduğundan evli kadınlar 1965'e dek bu ürüne ulaşamadı. Hatta bekâr kadınlar daha da uzun bir süre beklemek zorundaydı. İlk başlarda doğum kontrol haplarının bazı komplikasyonlara yol açtığı görüldü. Bunun üzerine haplara bir başka hormon daha (östrojen) eklendi ve bugün dünyada 100 milyonu aşkın kadının kullandığı karma haplar ortaya çıktı.

Günümüzde hormonlar yalnızca kısırlık kontrolü ve hormon destek tedavisinde kullanılmıyor. Orta yaşını süren insanlar da gençliklerini biraz daha uzatabilme umuduyla hormonlara başvuruyor. Vücutta çok çeşitli hücreleri etkileyebilen hormonların insan vücudunda çok önemli bir rolü olduğu açıktır.

HORMONLAR



Vücudun, elektrik (sinir) sistemine alternatif bir iletişim sistemi daha vardır: Hormon sistemi. Hormonlar birçok başka şeyin yanı sıra, cinsiyet, ergenliğe geçiş yaşı, büyüme hızı ve duygusal olarak kimden etkilenileceği gibi şeyleri belirler. Genellikle etkileri hemen görülmese de kimi zaman inanılmaz hızlı olabilirler. Adrenalinin vücudu kaçmaya ya da sıvışmaya hazırlamak için pompalanması korkuya kapıldığınız bir anda hemen sonuç verir. Öte yandan büyüme hormonlarının etkisini göstermesi çok daha yavaş olur. Yüzlerce değişik tipte hormon olsa da ana hatlarıyla hepsi benzer biçimde çalışır. Hormonlar kan dolaşımıyla birlikte hareket eden moleküller, bir başka deyişle kimyasal habercilerdir. Gidecekleri yere vardıklarında hücre yüzeylerindeki reseptörlere bağlanarak o hücrelerin değişik tepkiler vermesini sağlarlar. Hormonlar kas ve yağ gibi dokularda üretildikleri gibi insülin üreten pankreas (şemaya bakınız), yumurtalıklar (östrojen) ve testisler (testosteron) gibi bezlerden de salgılanabilirler. Hormon etkinliğini beyinde hipotalamus adı verilen bölge düzenler.

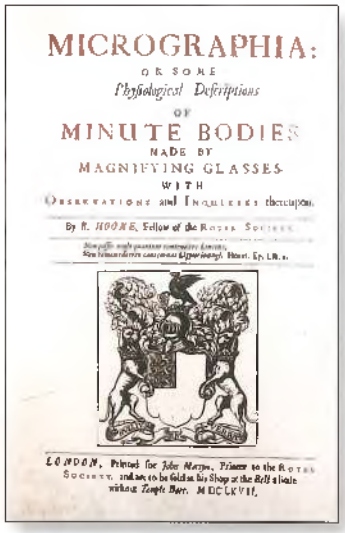
HÜCRE



Robert Hooke
1635–1703

Hepimiz 60 trilyonu aşkın hücreden oluşuruz. Her hücre 200.000'den çok değişik proteini olağanüstü bir hızla üreten ve dışarıya yollayan minyatür bir kimya fabrikası gibidir. Boyu milimetrenin ancak yüzde bir ya da ikisi kadar olsa da hücre, bildiğimiz en karmaşık yapılardan biridir. Düşündüğümüzde, hareket ettiğimizde, acıktığımızda ya da üzgün hissettiğimizde işin içinde hep hücreler yer alır.

Hücreyi ilk kez tanımlayan ve yazılarında bu terime yer veren kişi, gezegenlerin ters kare yasasına göre yörüngelerinde kaldığı konusunda Newton'la girdiği tartışmayla (*bkz.* 1. Bölüm) daha önceden tanıdığımız Robert Hooke'tu. Hooke aynı zamanda Harvey'nin görüşlerinin deneysel yöntemler alanındaki önemli bir izleyicisiydi. Bununla birlikte Hooke'un belki de en önemli eseri 1665'te yayımlanan *Micrographia* adlı kitabıydı. Kitapta mikroskop kullanarak yaptığı harika çizimler ve gözlemler bulunuyordu. O dönemde mikroskoplar güçlü bir büyüteçten farksızdı. Üzerinde tek bir delik ve içinde minik bir merceğin olduğu pirinç bir parçadan ibaretti. Bu son derece sınırlı teknolojiye karşın, Hooke daha önce hiç bilinmeyen bir dünyanın kapılarını açmayı başardı. Çarpıcı buluşlarından birini mikroskobuyla bir şişe mantarı parçasına baktığında yaptı. Mikroskobuyla gördüğü tuhaf, düzenli yapıları keşişlerin manastırlarda kaldığı gösterişsiz hücrelere benzettiğinden bu yapılara "hücre" adını verdi.


MICROGRAPHIA:
OR SOME
Physiological Descriptions
OF
MINUTE BODIES
MADE BY
MAGNIFYING GLASSES
WITH
OBSERVATIONS and INQUIRIES thereupon.
By R. HOOKE, Fellow of the ROYAL SOCIETY.
LONDON, Printed for John Martyn, Printer to the ROYAL SOCIETY, and are to be sold at his Shop at the Bell in Saint Pauls Church-yard. MDCLXVII.

Micrographia ile elde ettiği başarı sayesinde Hooke, İngiltere'de mikroskobik dünyanın en önemli uzmanı olarak kabul ediliyordu. 1674'te Hollanda'dan gizemli bir paket gelince Royal Society üyeleri Hooke'tan yardım istedi. Gizli bir dünya keşfettiğini iddia eden Antonie van Leeuwenhoek adlı bir kumaş tüccarından gelen paketin içinde bir mektup ve çizimler vardı. Bu öylesine bir dünyaydı ki içinde, en güçlü İngiliz mikroskoplarıyla bile görmenin olanaksız olduğu canlılar yaşıyordu. Küçük bir Hollanda kasabasında yaşayan bu tuhafiyeci, mikroskop altında büyütülmüş cisimlerin o zamana dek kimsenin görmediği –sonraki 200 yıl boyunca da daha iyisinin görülmeyeceği– çizimlerini yapmıştı. Tuhafiyeci olması da rastlantı değildi. Tuhafiyeciler büyüteç yardımıyla kumaşların kalitesini yakından inceler, ipliklerini sayarlardı. Ne kadar çok iplik varsa kumaş o kadar kaliteli demektir. Van Leeuwenhoek'ün sırrı evde yaptığı mikroskoplardı. Tasarım son derece basitti; Hooke'un mikroskopları gibi üzerinde tek bir delik ve içinde minik bir merceğin olduğu pirinç bir parça. Fark yaratan asıl öğe, kullandığı yüksek kaliteli merceklerdi. Topluiğne başı büyüklüğündeki mercek neredeyse top gibi yuvarlaktı. Bu özellik etkileyici bir büyütme elde edebilmek için önemliydi çünkü mercek ne kadar küçük ve eğiklik ne kadar büyük olursa büyütme de o kadar artıyordu.



Aşağıda: Hooke, *Micrographia*'da (solda) yayımladığı gözlemlerini alet yapımcısı Christopher White'ın onun için tasarladığı bu mikroskobu kullanarak yaptı.

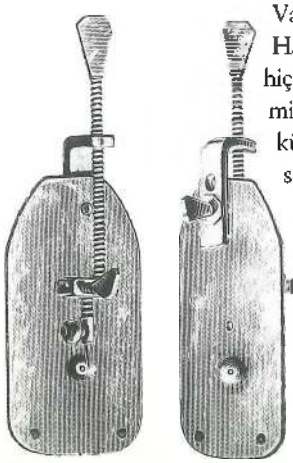
Bilim dünyasından çok az kişiyi tanıdığından ve İngilizcesi de pek iyi olmadığından Leeuwenhoek, Royal Society'ye mektup yazması için bir çevirmen tutmuştu. Leeuwenhoek mektubunda su birikintisinde "hayvancıklar" adını verdiği minik hayvanlar gördüğünü öne sürüyordu. Hesaplamalarına göre bir damla suda yaklaşık bir milyon minik hayvan olmalıydı. Kendisiyle alay edileceği korkusuna kapılarak mektubunda şöyle yazmıştı: "İnsanların zaman zaman benim küçük hayvanlara ilişkin peri masalları anlattığımı söylediklerini duyuyorum." Royal Society'ye ulaşan çizimler arasında bir arı iğnesinin ve bir bitin büyütülmüş hali, bunların yanı sıra, kendi menisi içinde gördüğünü söylediği "hayvancık" çizimleri de yer alıyordu.

"Boyu milimetrenin ancak yüzde bir ya da ikisi kadar olsa da hücre, bildiğimiz en karmaşık yapılardan biridir."

DNA PROTEİN YAPAR

Vücutta gerçekleşen hemen hemen tüm süreçlerde proteinlerin temel bir yeri vardır. Hücre duvarını yapan iskeleyi ve kas liflerinin önemli bir bölümünü oluştururlar. Bağışıklık hücrelerini harekete geçirdikleri ve bu hücrelerin tepkilerini hastalığa yönlendirdikleri için de bağışıklık sisteminin önemli bir parçasıdırlar. Enzimler de –vücutta gerçekleşen birçok kimyasal süreci hızlandıran, yaşamsal önemi olan moleküller– gerçekte birer proteindir. Proteinler genlerin (DNA boyunca sıralanmış 30.000 kısa DNA parçası) yer aldığı bir dizi karmaşık ama bir o kadar da hoş düzenlenmiş işlem sonucunda üretilirler. Hücrenin protein üretme zamanı geldiğinde DNA'nın küçük bir bölümü çözülür. Bu bölüm bir RNA'ya (ribonükleik asit) kopyalanır (yazılır). DNA genellikle ayrıntılı plan olarak tanımlanır. Bunun nedeni RNA'nın üretildiği şablonu oluşturmasıdır. İşlem tamamlandığında RNA, şifre içermeyen DNA parçalarını yok eder ve çekirdeğin çevresindeki stoplazmada bulunan protein yapım makinelerine (ribozomlar) gitmesi için çekirdeğin dışına gönderilir. RNA'nın taşıdığı şifre burada, karşılık geldiği proteine dönüşecek şekilde "çözülür".

HAYVANCIKLAR



Van Leeuwenhoek'ün iddiaları ilk başta biraz kuşkuyla karşılandı. Hatta Hooke, Thames Nehri'nden aldığı su örneklerini incelediğinde hiçbir şey göremedi. Hooke "Bu durumda ya benim kullandığım mikroskop onun kullandığı kadar iyi değil ya da Hollanda böylesi küçük yaratıkların üremesi için İngiltere'den daha uygun bir yer sonucuna vardım," diye yazmıştı. Yine de Hooke, Hollandalının haklı olduğunu varsayarak çalışmalarını inatla sürdürdü.

Mikroskobunda yaptığı sayısız iyileştirmenin ardından en sonunda o da van Leeuwenhoek'ün gördüklerini görebildi. Yaratıklar bulanık görünüyor ve van Leeuwenhoek'ün çizimlerindeki gibi ince ayrıntılarıyla seçilemiyor olsalar da kesinlikle oradaydılar. Bu Hollandalı tuhafiyeci gerçekten bir şeyler yakalamıştı. Van Leeuwenhoek mikroskoplarını nasıl yaptığını bir sır gibi sakladığından bu kadar ayrıntıya nasıl ulaştığı Royal Society'dekiler için hâlâ gizemini koruyordu.



Antonie van Leeuwenhoek
1632–1723

Gelişmelerden cesaret alan van Leeuwenhoek daha çok mektup gönderdi. Mektuplarda daha da ayrıntılı çizimlere kimi zaman da gerçek örneklere yer veriyordu. Bir iribaşın kuyruk damarlarında dolaşan kırmızı kan hücrelerinden söz etti (bu hücreler bir canlının bedeninde ilk kez görülüyordu). Atardamarlarla toplardamarları birbirine bağlayan kılcal damarların çizimlerini yaptı. Yalnızca birkaç yıl önce Harvey kılcal damarların var olması gerektiği sonucuna varmış ancak bu damarları görememişti. Van Leeuwenhoek ahşabın dokusunu, bitkilerdeki hücreleri ve hayvan vücutlarının ince yapısını da inceledi. Gut hastalığında büyük acılara neden olan kristalleri gördü. Sinir, kas, kemik, diş ve saçın yapısı üzerine çalıştı. Van Leeuwenhoek 67 böcek türü, 11 örümcek türü ve 10 kabuklu türünün ince yapılarını inceledi. Van Leeuwenhoek'ün dehası en sonunda 1680'de Royal Society üyeliğine getirilerek takdir edildi. Belki de bu yeni konumu nedeniyle daha itibarlı bir adı hak ettiği düşüncesiyle Leeuwenhoek olan soyadını van Leeuwenhoek olarak değiştirdi.

Royal Society'yi şaşkınlığa düşüren gözlemlerinin etkisi henüz sınırlıydı. Örneğin tıp doktorları van Leeuwenhoek'ün buluşlarının hastalıkları teşhis ve tedavi etmekte daha öncesine göre herhangi bir yarar sağlamadığı düşüncesiyle gelişmelere kayıtsızdı. Birçoklarına göre mikroskobik yaşamın herhangi bir biçimde bedensel ölçekte bir şeylerle ilişkilendirilmesi olanaklı görünmüyordu. Doktorlar ve felsefeciler insan yaşamı, sağlık ve hastalıkların anlaşılma çabasında yersiz gördükleri mikroskobik çalışmaları lanetliyorlardı. Böylece mikroskopla bakmanın ilk baştaki heyecanı hızla uçuverdi. Mikroskobun bizi oluşturan öğeleri gün ışığına çıkaracağı ümit edilirken her seferinde yalnızca daha da küçük yapılar su yüzüne çıkıyordu. İnsanlar mikroskobik çalışmalarla birçok soruya yanıt bulunacağını beklerken tersine giderek daha çok soruyla karşılaşıyorlardı. 17. yüzyılın mikroskop çalışmaları yapan büyük bilginleri kendi takipçilerini oluşturamadığından van Leeuwenhoek'ün buluşları bu alanda bir gelenek başlatmada yetersiz kaldı. Hücrelerin içindeki sırlar bir süre daha öyle kalmaya devam etti.

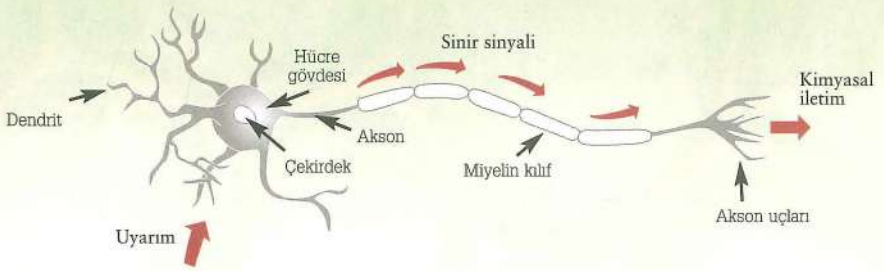
Yukarıda solda: Van Leeuwenhoek'ün kullandığı mikroskoplardan birinin çizimi görülüyor. Metal bir gövdeye tutturulmuş, örnekleri sabit tutmaya yarayan bir iğne ve merceğin konumunu ayarlamak için bir vidadan oluşan basit bir tasarımı vardı.

19. yüzyılın ortalarında bazı ilerlemeler olmuştu. 1800'lü yılların başında botanikçi Robert Brown, Avustralya'ya yaptığı bilimsel geziden dönüşünde bilinmeyen bazı orkide türlerini ülkesine getirmişti. Brown mikroskobuyla bu örnekleri incelediğinde orkide hücrelerinin ortasında farklı görünen, daha koyu bir şeyler olduğunu fark etti. Brown bu bölgeye "çekirdek" adını verdi. Çekirdeğin ne işe yaradığına ilişkin en ufak bir fikri olmasa da gözlemlediği her hücrede bir çekirdek olduğunu biliyordu.

1839'da Alman bilgin Theodor Schwann hayvanların da tıpkı bitkiler gibi hücrelerden oluştuğunu açıkladı. Schwann hayvanları, her biri kendi başına ama yine de bir bütünün yararı için çalışan hücrelerden oluşan bir "kooperatif" olarak tanımladı. Bu görüş, bilim dünyasındaki en önemli görüşlerden biri olan "hücre kuramının" temelini oluşturuyordu. Ancak "minik hayvancıklar"ın keşfi gibi bu düşünce de her ne kadar devrimci bir nitelikte olsa da gerçek dünyada çok etkili olmadı. Bu görüşlerin ne denli sınırlı bir etkisi olduğunu, tıp dünyasının büyük ama pek ön plana çıkmamış, hüzünlü kahramanlarından birinin, Macar Ignaz Philipp Semmelweis'in öyküsü bütün çıplaklığıyla gözler önüne serer.

VÜCUTTAKİ ELEKTRİK

İnsan vücudunda iki ayrı iletişim sistemi vardır. Bunlar vücudun bir parçasından bir başkasına ya da bir hücreden diğerine ileti yollamaya yarar. İletişim sistemlerinden ilki genellikle yavaş olan hormon sistemidir (*bkz.* 204. sayfa). İkinci sistemse ilkine göre son derece hızlı olan elektrik sistemidir. Elektriksel iletiler vücudumuzda nöron adı verilen milyonlarca sinir hücresinden oluşan sinir sistemiyle aktarılır. Nöronların bir metreye kadar uzayabilen ve farklı biçimleri olan uzantıları vardır. Duyu nöronları duyularımızdan gelen iletileri merkezi sinir sistemi aracılığıyla beyne kadar taşırken motor nöronlar iletileri tam ters yönde iletir. Örneğin, elinizle çok sıcak metal bir kabın kulbunu tutarsanız parmağınızdaki acı liflerinden çıkan ileti, duyu nöronlarıyla merkezi sinir sistemine iletilecek ve siz daha ne olduğunu anlamadan motor nöronlar aracılığıyla parmaklara geri gönderilen ileti "kulbu bırakmanızı" söyleyecektir. Bu tür acı iletileri saatte 320 km'yi aşan hızlarla, çok hızlı bir şekilde yol alır. Bu hız her ne kadar yüksek performanslı yarış arabalarının hızına denk olsa da bir kablo boyunca ilerleyen elektrikle karşılaştırıldığında milyonlarca kez daha yavaş kalır.



DOKTORUN ELİNDEKİ ÖLÜM



Ignaz Philipp Semmelweis
1818–1865

Semmelweis, 1847'de 29 yaşında, Viyana Hastanesi'nin doğum kliniğinde çalışmaya başlamıştı. Gizemli bir dünyanın içine düşmüştü. Çalıştığı hastane Viyana'nın en önemli hastanesiydi ancak her yıl doğum yapmak için buraya gelen yüzlerce kadında loğusa humması adı verilen ölümcül bir hastalık baş gösteriyordu. Şiş bir karın, çok sayıda apse ve ateşle kendini gösteren hastalığın sonu ölümdü. Hiç kimse bu hastalığa neyin neden olduğunu ya da hastalığın nasıl durdurulacağını bilmiyordu. Yine de bazı ipuçları vardı. Hastanede biri ebeler öteki de doktorlar tarafından yönetilen iki birim vardı. Semmelweis'ın da çalıştığı doktorların idaresindeki birimde yatan şansız kadınların loğusa humması yüzünden ölme riski öteki birimdeki kadınlara oranla dokuz kat daha çoktu. Semmelweis bu gizemi çözme konusunda kararlıydı. Kadınların yatış şeklinden yediklerine kadar her şeyi değiştiriyor ancak bir sonuç alamıyordu. Semmelweis ve meslektaşları ölü anneler üzerinde diseksiyonlar bile yapmış ancak işe yarar hiçbir şeye ulaşamamışlardı. Her gün koğuşlara dönmeden önce morga uğruyordu. Ne yazık ki kadınlar ölmeye devam ediyordu.

Semmelweis bunalmış, kafası karışmış ve şaşkına dönmüştü. Ardı arkası kesilmeyen ölümler onu öylesine perişan etmişti ki bir zamanlar yazdığı gibi onun gözünde artık yaşamın bir değeri kalmamıştı. Ancak daha sonra yaşamsal önemde bir çıkış kapısı buldu. Semmelweis'ın izinde olduğu bir dönemde morgda görevli bir meslektaşı parmağını kesmiş, şaşırtıcı bir biçimde loğusa humması olduğu düşünülen hastalık sonucunda yaşamını yitirmişti. Semmelweis'ın aklı başından gitmişti ama bu olay arkadaşının ölümüne neden olan şeyin bıçağın üzerinde olabileceği kuşkusunu aklına sokmuştu. Kadınların ölümüne neden olan bir şeyi kendisinin ve meslektaşlarının morgdan elleriyle taşıyıp taşımadıkları üzerine kafa yormaya başladı. Koğuşları dolaşıyor, doktor arkadaşlarına ellerini mutlaka karbolik sabunla yıkamaları konusunda ısrar ediyordu. Koğuşundaki ölümler onda dokuz oranında düştü. Ne var ki meslektaşları ölüm oranlarındaki bu düşüşün ellerin yıkanmasıyla ilgili olduğuna inanmadılar ve Semmelweis işten çıkarıldı.

Macaristan'a dönen Semmelweis başka bir hastanede çalışmaya başladı. Burada da doktorlardan ellerini yıkamalarını istiyordu. Değişime karşı benzer bir dirençle bir kez daha karşılaşınca giderek öfkelenmeye başladı. Avrupa'nın önde gelen doktorlarına mektuplar yazarak onları cinayetle suçladı:



Aşağıda: İnsan kök hücresinin elektron mikroskobu altındaki görüntüsü. Kök hücreler, birçok tipte özelleşmiş hücreleri oluşturmak üzere farklılaşan ve bir dizi devrimci tedavi yöntemi için umut kaynağı olan basit canın hücreleridir

"Ve siz sayın profesör, ebelerin ve doktorların bu kanlı eylemine, loğusa humması katliamına siz de ortak oldunuz. Tanrı'nın ve tüm dünyanın önünde açıklıyorum, siz bir katilsiniz."

Semmelweis oldukça kötü tepkiler alan bir kitap yazdı; gelen tepkiler kendini iyice hissettiren paranoyasını daha da artırdı. Gittikçe dengesizleşen hareketleri –çok içki içiyor ve hayat kadınlarıyla birlikte oluyordu– sonrasında doktorlarının planladığı bir oyuna karısı gönülsüzce razı oldu. Karısı, ailecek Avusturya'ya tatile gitmelerini önerdi, Viyana'ya vardıklarında bir arkadaşlarının hastanesine uğramayı teklif etti. Hastaneye geldiklerinde Semmelweis yaka paça yastık duvarlı bir hücreye kapatıldı –burası aslında bir akıl hastanesiydi. Sonra neler olduğu tam olarak belli değildir. Akıl hastanesine gelmesinden yalnızca birkaç gün sonra dövülmesi ya da parmağını kesmesi sonucunda Semmelweis ağır bir hastalığa yakalandı. Her yerinde apseler oluştu, karnı şişti; ateşi sürekli yükseliyordu. Semmelweis iki hafta sonra, arkadaşının ve Viyana Hastanesi doğum kliniğindeki kadınların ölümüne neden olan kan zehirlenmesinden yaşamını yitirdi. Kaderin cilvesi bununla da sınırlı değildi: Semmelweis'ın ölüm döşeğinde olduğu sıralarda kirli ellerin neden olduğu ölümlerde bulmacanın kayıp parçasını bulan birileri vardı. Fransa'da Louis Pasteur mikropların çürümeye neden olduğunu kanıtlamış ve onların hastalıklara da yol açtığını bulmaya bir adım daha yaklaşmıştı.

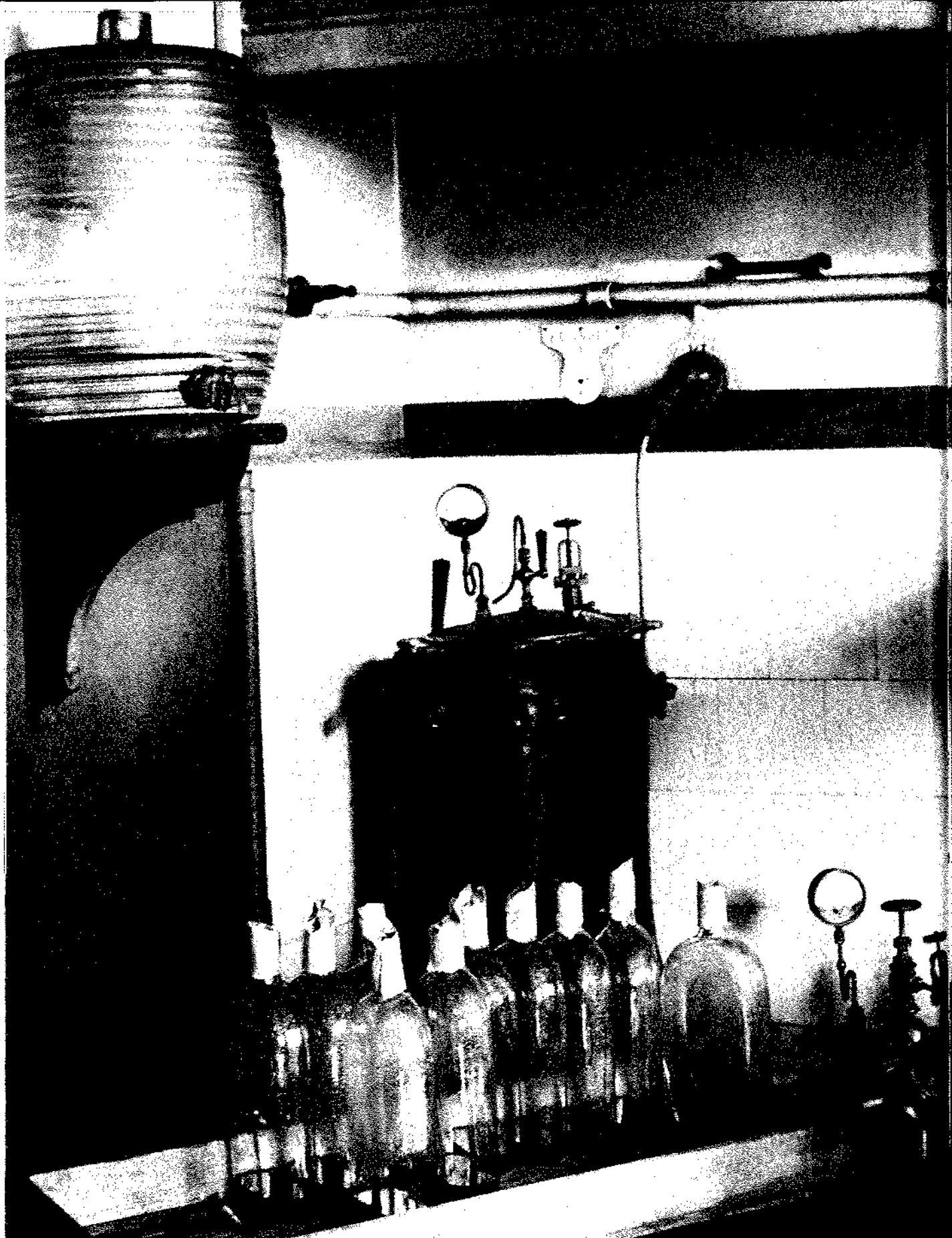
Sonraki sayfa: 1890 dolaylarında laboratuvarında çalışan Louis Pasteur görülüyor. Henüz bebekken kaybettiği üç çocuğu onu hastalıkların nedenini araştırmaya yöneltmişti.

LOUIS PASTEUR

Louis Pasteur (1822-1895) bir sepicinin oğluydu. Anlaşılan çocukluğundan beri önemli biri olacağına



inanıyordu. Fransa'nın en gözde üniversitelerinden École Normale Supérieure'un sınavını geçse de ancak 14. olabilmişti. Pasteur bu durumu kabullenmek yerine daha iyi bir derece elde edebilmek için bir yıl daha sınavlara çalıştı ve bu kez dördüncü olarak üniversiteye girdi. Önce fizik profesörü olan Pasteur daha sonra kimya profesörlüğüne geçti. Kimyacı Pasteur'den şarabın niye bozulduğunu bulması istendi. Pasteur araştırmaları sonucunda yalnızca şarabın değil süt ve biranın da bozulmasına yol açan şeyin mikroorganizmalar olduğunu gördü. Bir sıvının içindeki mikroorganizmaların öldürülmesi amacıyla sıvının ısıtılması işlemi olan "pastörizasyonu" buldu. İşin ilginç yanı Pasteur biradan tiksinir, şaraptan da pek hoşlanmazdı. Konuşmasını ve el becerilerini etkileyen felce karşın Pasteur ellili yaşlarına geldiğinde yeni bir araştırma konusuna daldı. Başta şarbon, kolera ve kuduz olmak üzere bulaşıcı hastalıklarla ilgilenmeye başladı. Bu araştırma sonucunda tıp dünyasındaki en önemli kavramlardan birine ulaşılacaktı. Mikrop Kuramı'yla hastalıklara çeşitli mikropların yol açtığı ilk kez ortaya konuyordu.





HÜCRENİN İÇİ



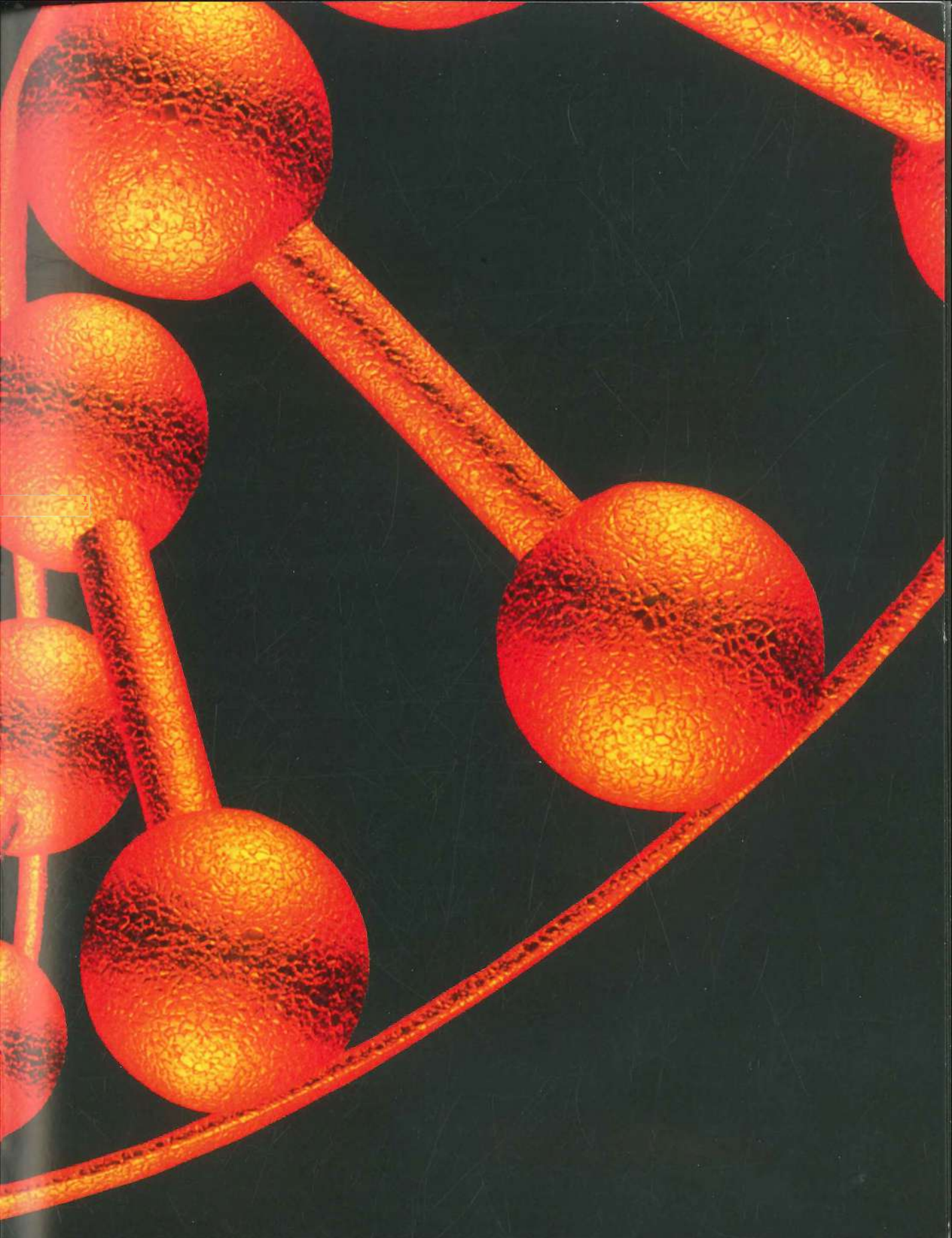
Friedrich Miescher
1844–1895

19. yüzyılın ortalarına gelindiğinde "mikrop kuramının" yaygınlığı ve mikropların bizi öldürebileceği düşüncesinin giderek daha çok kabullenilmesi insanların dikkatini bir kez daha yalnızca mikroskopla görülebilen dünyaya çevirmişti. Hücre düzeyinde önemli şeyler olduğu belliydi ama acaba hücrenin içinde gerçekten neler oluyordu?

1868'de Dr. Friedrich Miescher kanla ilgili araştırmalar yapmak için Almanya, Tübingen'deki bir şatoya geldi. Araştırmaları için büyük miktarda cerahate gereksinimi vardı. Cerahat, enfeksiyonlarla savaşan akyuvarlar açısından zengin bir maddeydi. Almanya'nın bu bölgesi Prusya'yla savaş halinde olduğundan çevrede çok sayıda asker, cerahat sızan yaralarıyla yatıyordu. Miescher her yanı cerahatlenmiş bandajları topladı. Hücreleri parçalamak için pepsin adı verilen bir enzim kullandı –bunu domuz midesini kaplayan mukusu kazıyarak elde ediyordu. Pepsin, akyuvarların hücre duvarlarını yıkacak, Miescher de böylece çekirdeğin içindekileri inceleyebilecekti. Hücre çekirdeğinin içinde tam beklediği gibi bol miktarda karbon, hidrojen, azot ve oksijene rastladı. Ancak burada bir başka madde daha buldu: Fosfor. Bu durum Miescher'i şaşırtmıştı, çünkü hücrenin kalbinde bulmayı beklediği madde proteindi ve proteinler de fosfor içermezdi. Hücre çekirdeğinde bulduğu şey her neyse bununla kesinlikle ilk kez karşılaşılıyordu. Miescher, çekirdekten geldiği için bu maddeye çekirdek özü adını verdi; artık biz ona deoksiribonükleik asit ya da kısaca DNA diyoruz. Bulduğu şeyin ne olduğunu merak eden Miescher başka insan hücrelerinin yanı sıra, kurbağadan somona birçok hayvanın hücrelerindeki çekirdek özünün peşine düştü. Artık nereye baksa karşısına çekirdek özü çıkıyordu. DNA'nın evrensel ve önemli bir şey olduğu çok açıktı. Ne var ki, Miescher bu önemin farkına hiç varamamış gibi görünüyor. Nitekim 60 yıl daha kimse bunun farkına varamayacaktı.

"Miescher başka insan hücrelerinin yanı sıra, kurbağadan somona birçok hayvanın hücrelerindeki çekirdek özünün peşine düştü. Artık nereye baksa karşısına çekirdek özü çıkıyordu."

Sağda: Bir ressamın gözünden Miescher'in "çekirdek özünün" yapısı –DNA'nın ünlü ikili sarmalı– görülüyor.





DNA SAHNEYE ÇIKIYOR

1930'lu yılların başında başta fizik ve biyoloji olmak üzere bilimin tüm alanlarında büyük ilerlemeler kaydedilmiş olsa da Miescher'in çekirdek özünün anlaşılmasında henüz çok yol alınamamıştı. O zamanki adıyla nükleik asitte, belli dört kimyasal maddeden hemen hemen eşit miktarlarda olduğu anlaşılmış ancak böylesi basit bir şeyin bu kadar önemli olabileceğine ihtimal verilmemişti. Bu durumda da kimse çok önemli olmayan bu konunun üzerinde çalışma yapmaya yönelmiyordu.

Sonraki büyük keşfi, o dönemde özel olarak DNA ile ilgilenmeyen bilim insanlarından biri olan Fred Griffith gerçekleştirdi. Mikrobiyolog olarak Londra'da çalışan Griffith zatürreeyle, özellikle de hastalığa neden olan bakteriyle ilgileniyordu. Biri hızla ölümle sonuçlanan ötekiyse zararsız iki ayrı suş bulunduğunu keşfetmişti. Griffith bakterileri ısıtarak ölümcül suşu öldürdü ve elde ettiği şeyi farelere şırınga ettiğinde farelerin şaşırtıcı bir biçimde hiçbir zarar görmeden yaşamlarını sürdürdüklerini gördü. Bununla birlikte Griffith 1928'de hiç beklenmeyen bir keşfe imza attı. Ölümcül suşların bir bölümünü daha önce olduğu gibi öldürüp bakterileri zararsız suşla karıştırdığında çok rahatsız edici bir durum ortaya çıkıyordu. Canlı, "zararsız" bakteriler kimi zaman öldürücü olabiliyor ve şırınga edildiği fareleri öldürebiliyordu. Anlaşılan ısıyla öldürülemeyen bilinmeyen bir madde daha önce zararsız olan bakterilerce alınıyor, bu bakterileri birer katile dönüştürüyordu.

Griffith'in bu alandaki çalışmaları daha fazla devam edemedi. Yaptıklarının sonuçları açıkça ortaya çıkmadan çok önce, II. Dünya Savaşı sırasında bir hava baskınında yaşamını yitirdi. Griffith'in elde ettiği sonuçları New York'ta çalışan Oswald Avery adlı bir Kanadalı ele aldı. Griffith gibi Avery de yıllarca zatürreeye neden olan bakteriler üzerine çalışmıştı. Avery, Griffith'in yaptıklarını öğrendiğinde araştırma alanını değiştirerek bakterilerdeki bu değişikliğe neyin neden olduğunu keşfedebilmek için olası her türlü bakteri bileşeniyle takıntılı bir biçimde yıllar boyunca deneyler yaptı. En sonunda hiç istemese de dikkatini potansiyel adaylar arasında en zayıf olasılığı olan DNA'ya çevirdi. DNA'ları çıkarılan bakterilerin fareleri öldürmediğini gördü; bu durumda ölümcül değillerdi. Griffith'in ilk çalışmasından 16 yıl sonra 1944'te Avery en sonunda sonuçlarını yayımlama cesaretini topladı. Kısmen çalışmalarında her şeye çok dikkat ettiğinden, kısmen de işin her aşamasında –sonuçta önemsiz olduğu anlaşılacak bir şey için çok zaman harcandığını düşünerek– karşı çıkan patronu yüzünden çok yavaş ilerleyebiliyordu. Avery'nin çok önemli bir keşif yapmış olduğu çok yakında anlaşılacak olsa da patronu Nobel Ödül Komitesi üzerinde yaptığı kulis çalışmalarıyla Avery'nin ödülü alamamasını sağlamıştı.

"Avery araştırma alanını değiştirerek olası her türlü bakteri bileşeniyle takıntılı bir biçimde yıllar boyunca deneyler yaptı."

Solda: Oswald Avery 1877-1955. Kanada doğumlu Avery yaşamının büyük bölümünü New York'ta geçirdi Avery'nin, kesinlikle almayı hak ettiği halde Nobel Ödülü'nü alamamış bir bilim insanı olduğu düşünülür.

DNA NEDİR?

II. Dünya Savaşı'nın sonlarına doğru her şey yavaş yavaş şekillenmeye başlamıştı. Tüm canlılar hücrelerden yapılmıştır. Bu hücrelerde organizmanın büyümesini ve davranışlarını belirleyen genler olduğu anlaşılmıştır. Genler asıl olarak çekirdeğin içinde yer alırlar ve DNA'dan yapılmışlardır. Yine de DNA'nın ne olduğu ve yaptığı şeyleri yapmayı nasıl becerdiği hâlâ büyük oranda gizemini koruyordu. Ama bu gizemin bir bölümü çok yakında açıklığa kavuşacaktı.

II. Dünya Savaşı hem ordular hem de bilim insanları arasında bir savaş olmuştu. Savaş boyunca çok sayıda büyük deha, düşmanı ustaca öldürmenin yollarını aramaya sürüklenmişti. Bu yollardan en karmaşık ve öldürücü olanı hiç kuşkusuz atom bombasıydı. Atom bombası kökleri on dokuzuncu yüzyılın başlarına dayanan atom kuramındaki (*bkz.* 2. Bölüm) gelişmelerin bir sonucuydu. Bu araştırmalardan çıkan bir başka ürün de fiziğin gizemli bir dalı olan kuantum kuramıydı. Kuantum kuramı elektronik çağındaki gelişmelerin merkezinde yer almakla kalmayacak DNA'nın yapısını tanımlayan kimyasal bağların açıklanmasında da işe yarayacaktı.

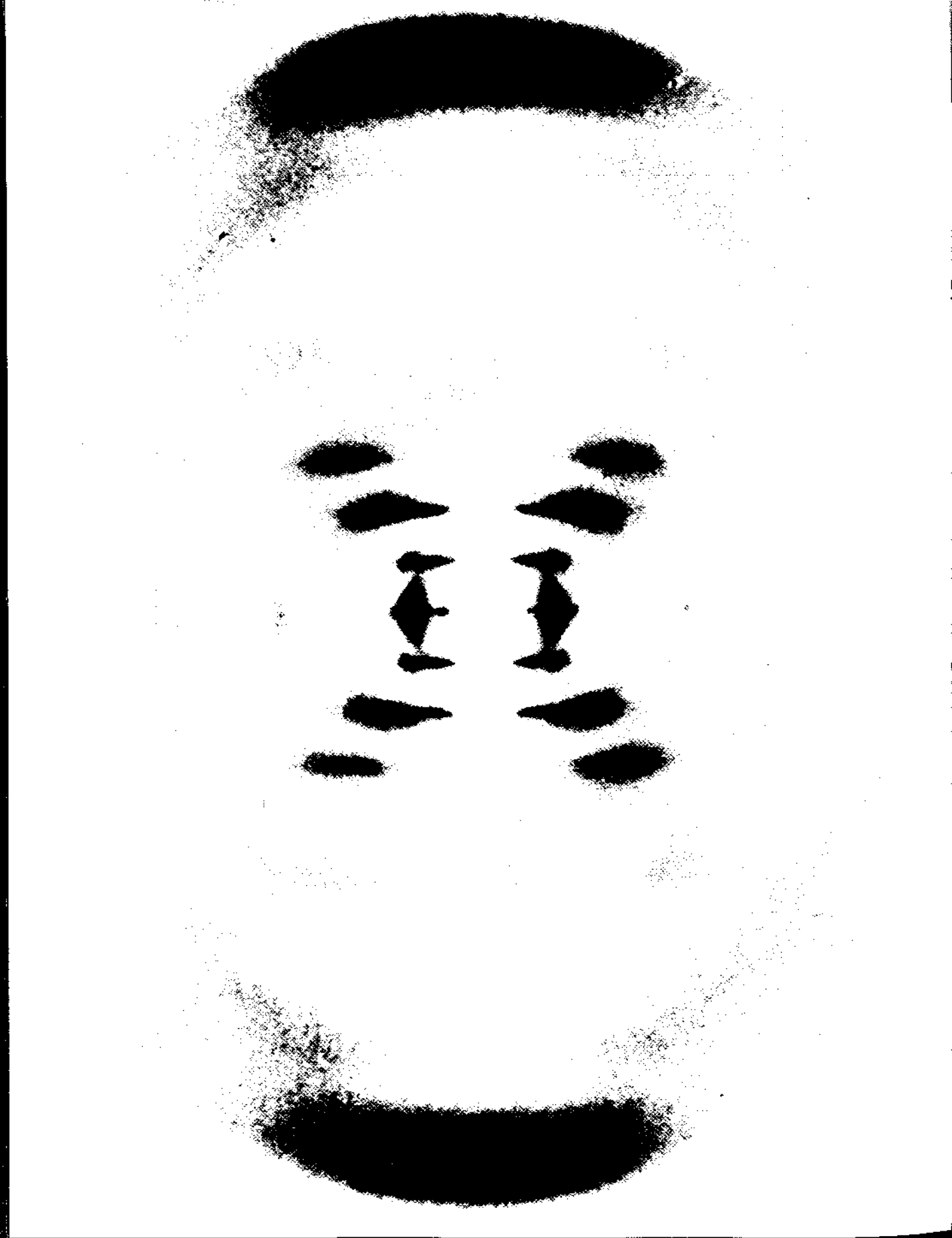
"Franklin sarmalın tek bir ipliğini ayırıp buna x-ışınları göndererek DNA'nın yapısına ilişkin görüntüler elde etti."

Savaştan sonra hayal kırıklığına uğramış çok sayıda bilim insanı, bombalar ve insanları öldürme yollarının peşinden gitmektense insanlığı aydınlatan, yaşamı olumlayan işler üzerinde çalışmak istiyordu. Böylece Maurice Wilkins ve Francis Crick gibi fizikçiler biyolojiye yöneldi. Çekingen bir Yeni Zelandalı olan Wilkins çalışmak üzere Londra'daki King's College'a gitti. Wilkins burada, en son x-ışını görüntüleme yöntemleriyle çalışma olanağını buldu. Bu yöntemler bilim insanlarının maddenin yapısına çok daha ince ayrıntılara varana dek göz atmasını sağlıyordu. 1950'li yılların başlarında Wilkins'e, Rosalind Franklin adında genç, parlak bir araştırmacı katıldı. Bodrum katının derinliklerinde DNA üzerine çalışması için görevlendirilen Franklin çalışmaları boyunca, beklenmeyen acıklı ölümünün olası nedeni olan yüksek dozda x-ışınına maruz kaldı. Franklin, sarmalın tek bir ipliğini ayırıp buna x-ışınları göndererek DNA'nın yapısına ilişkin görüntüler elde etti. X-ışınları DNA'dan geçerken saçılıyor, sonuçlar da bir fotoğraf plakasının üzerinde resim oluşturuyordu. Franklin tek bir tanesini oluşturmanın yaklaşık 90 saat sürdüğü, toplamda yüzün üzerinde resim çekmişti. Franklin araştırmalarında özenli ve kılı kırk yaran bir tutum sergilemiş olsa da hak ettiği saygıyı hiç göremedi. Onun yerine zafer James Watson ve Francis Crick'in oldu.



Solda: Rosalind Franklin 1920-1958. Franklin, DNA'nın yapısı üzerine yaptığı önemli çalışmasının yanı sıra, tütün mozaik virüsü ve çocuk felcı virüslen üzerine de incelemeler yaptı.

Sağda: Bu x-ışını kristalografisi görüntüsündeki tipik örüntü DNA'nın döner merdivene benzeyen sarmal yapısını gözler önüne sermişti.





YAŞAMIN SIRRI

1950'li yıllarda Cambridge Üniversitesi entelektüel araştırmaların merkezi konumundaydı. Düşüncelerini başkalarıyla paylaşmaktan mutluluk duyan çok parlak insanlar sürekli bu üniversiteye gelir giderdi. Crick ve Watson'ın burada çalışmayı yeğlemelerinin bir nedeni de buydu. Aslında yaptıkları akıllıca bir seçimdi çünkü DNA'nın o ünlü yapısına ulaşmaları şans eseri yaşanan bir dizi karşılaşma sayesinde gerçekleşebilmişti. DNA'nın sarmal bir yapıda olması gerektiğini fark etmiş olsalar da tüm parçaların nasıl birbirine uyduğunu henüz kavrayamamışlardı. Watson, Maurice Wilkins'le karşılaşıp Wilkins'in ona Franklin'in çekmiş olduğu bazı fotoğrafları göstermesinden sonra (Franklin'in haberi ve rızası olmadan) gerçekçi bir model oluşturabilmişlerdi. Söylentilere göre 28 Şubat 1953'te Crick, Cambridge'deki Eagle barına girmiş ve "Yaşamın sırrını bulduk!" diye seslenmişti. Yaptıkları keşfin haberi, Rosalind Franklin'in *Nature* (Doğa) adlı bilim dergisine kendi makalesini gönderme hazırlığı içinde olduğu Londra'ya da ulaşmıştı. Sonuçta Franklin makalesini, Watson ve Crick'in makalelerinin yanında, 25 Nisan tarihli sayıda yayımlattı. Ama Watson ve Crick'in modelinin aslında kendi ortaya çıkardığı verilere dayandığından haberi yoktu. Franklin beş yıl sonra kanserden yaşamını yitirdi. Ölümünden dört yıl sonraysa Watson, Crick ve Wilkins bu özel çalışmayla Nobel Ödülü'nü kazandı.

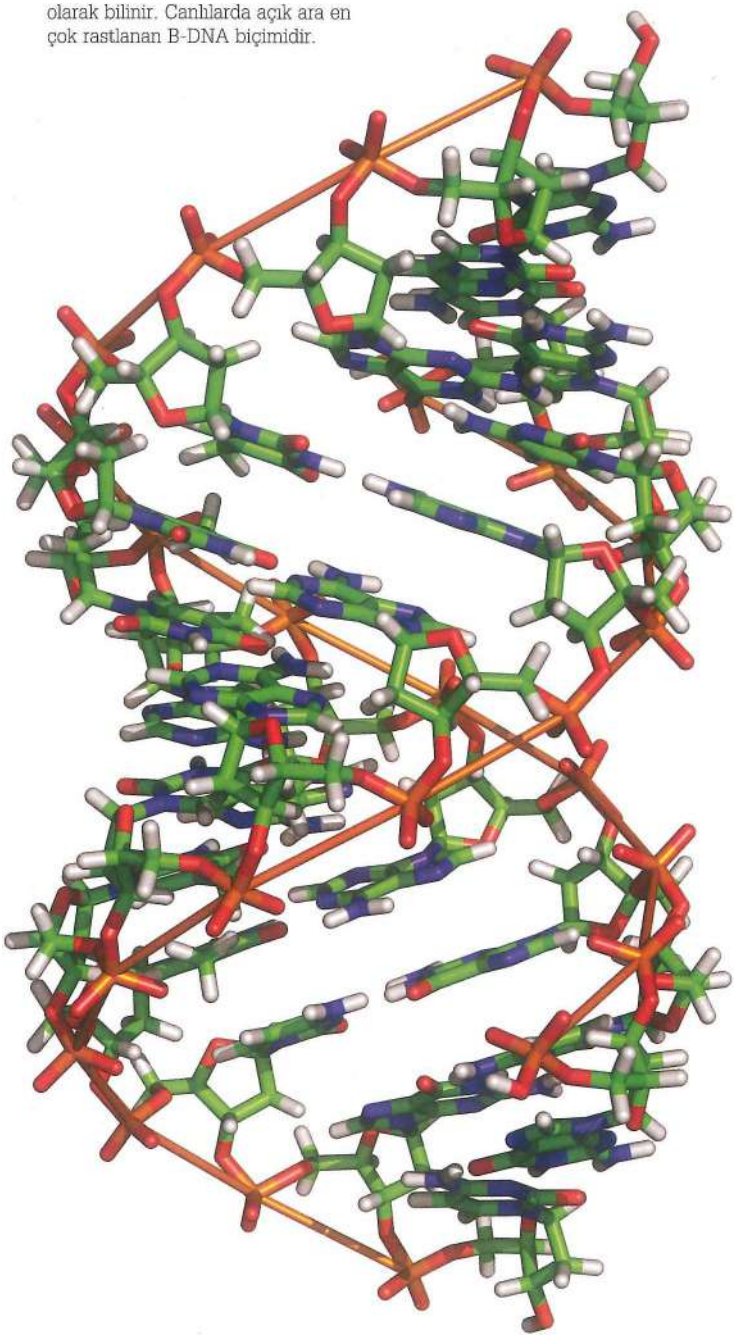
Watson ve Crick, DNA'nın ters dönüşlü sarmallar şeklinde birbirlerine dolanan iki uzun iplikten oluştuğunun farkına vardı. Birbirine bakan yüzlerde –sarmalların iç tarafı– yalnızca dört molekül vardı: adenin (A), guanin (G), sitozin (C) ve timin (T). İnsanlardaki her hücrede bu "harflerden" yaklaşık 3,4 milyar tane bulunur. DNA genellikle anıldığı gibi bir "Yaşam Kitabı" olarak düşünülürse, kromozomlar kitaptaki bölümler, genlerse paragraflara karşılık gelir. DNA'nın olağanüstü basitliği şundan ileri gelir: Bir iplikteki harfin karşısına her zaman öteki iplikte belirli bir harf denk gelir. C hep G ile, T ise A ile çift oluşturur. Bu durumda DNA ipliğinde AACGGTCA gibi bir dizilimi olan bölüme karşılık gelen iplik parçası TTGCCAGT şeklinde olacaktır. Bu işin güzel yanı hücre bölünmesinde ne olduğunu tam olarak açıklamasıdır: DNA'nın iki ipliği birbirinden ayrılır ve her biri için orijinal ipliğin çevresine dolanan yeni bir iplik oluşturulur. Bu işlemi anlamanın bir başka yolu birbirine sarılmış –biri erkek öteki kadın– iki dansçı düşünmektir. Dansçılar birbirlerinden kısa bir süre ayrılıyor ve tam o anda partnerlerinin birebir aynı kopyaları yaratılıyor. Her iki dansçı mutlu bir şekilde yeni partnerlerine sarılıyor.

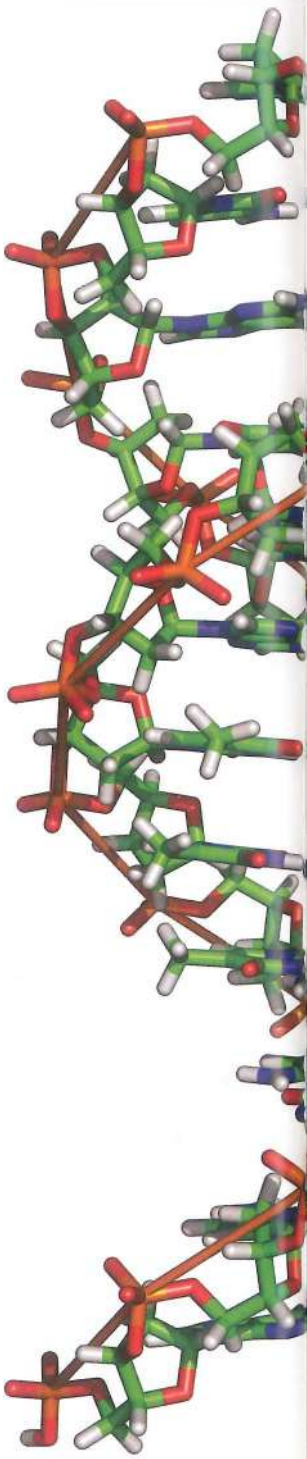
"İşte, canlılar bu şekilde birebir aynı DNA ipliklerinin bulunduğu yeni hücreler üreterek büyümeyi ve kendilerini onarmayı başarıyorlar."

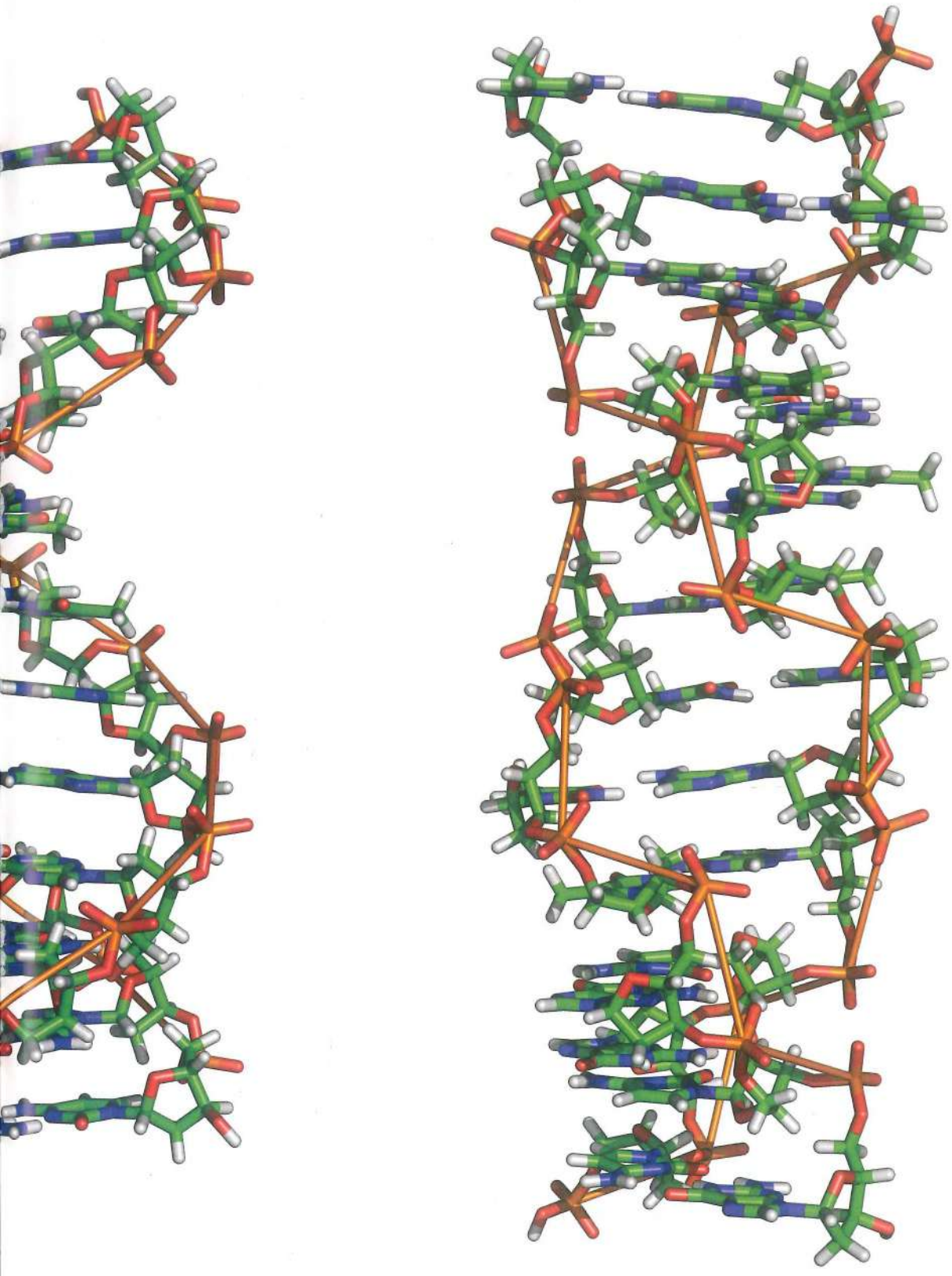
İşte, canlılar bu şekilde birebir aynı DNA ipliklerinin bulunduğu yeni hücreler üreterek büyümeyi ve kendilerini onarmayı başarıyorlar. Örneğin saç, saç kökünün sıkı bir çalışmayla milyarlarca özdeş yeni saç hücresi üretmesi sonucunda uzuyor. Ancak diyelim ki bir yerinizi kestiniz: Acilen bir onarıma gerek duyuluyor. Bu durumda iş biraz daha karmaşık. Vücudunuz oluşan hasarla başa çıkmak için çok sayıda ve farklı tipte hücre kopyası (deri hücreleri, akyuvarlar, trombositler vs.) oluşturarak yanıt veriyor. Her hücrede aynı DNA bulunduğundan nasıl oluyor da hücreler ne yapmaları gerektiğini ve görevlerinin ne olduğunu "biliyorlar" sorusu akla gelebilir. İşte, bu da bilimin yanıt bulabilmek için hâlâ boğuştuğu bir sorudur.

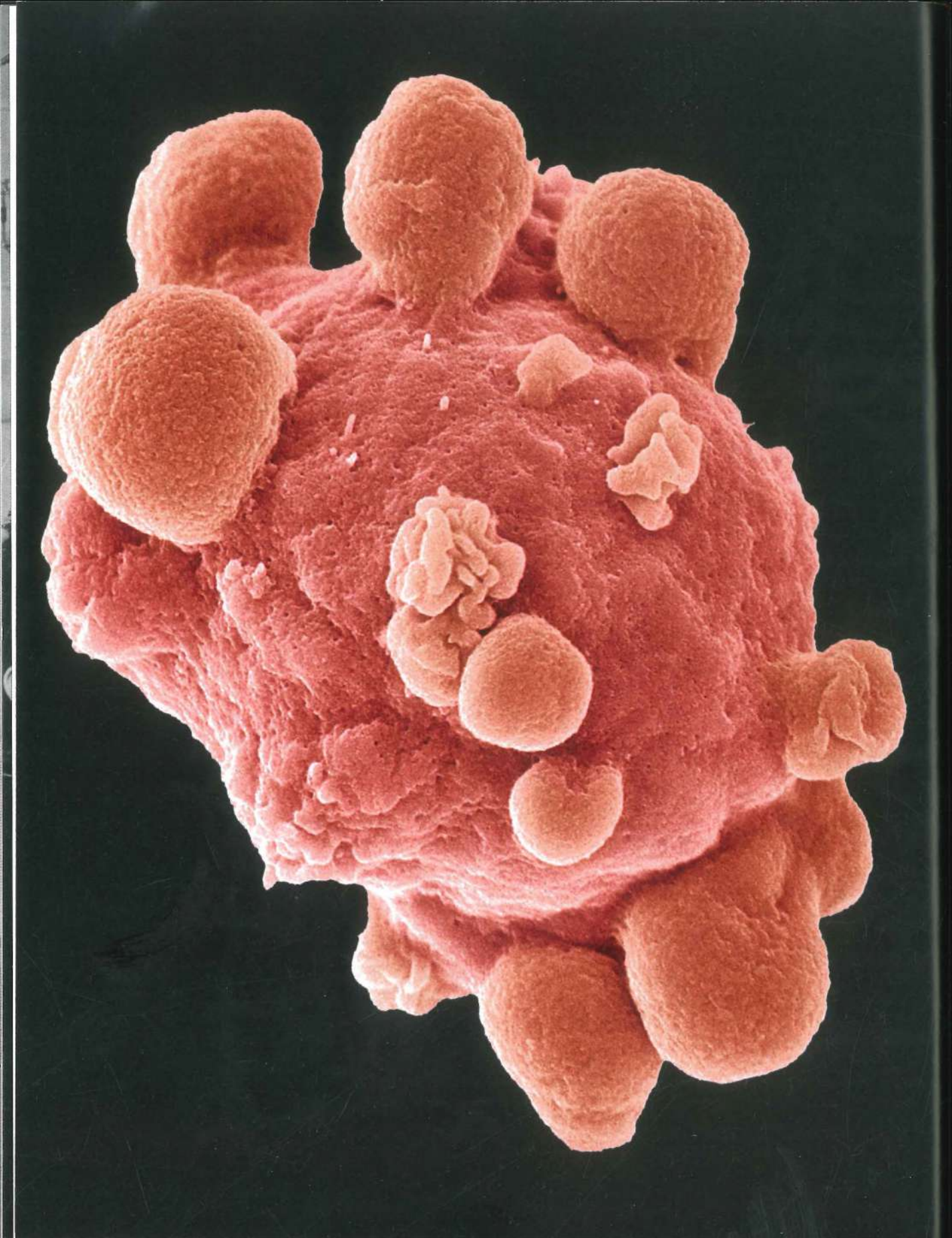
Solda: James Watson (solda) ve Francis Crick, 1953'te keşfettikleri DNA'nın çığır açan ikili sarmal yapısını gösteren modelle birlikteler. Her iki yanda boylu boyunca uzanan fosfat "omurga" ve ona bağlanarak dönen merdivenin "basamaklarını" oluşturan "baz çiftleri" görülüyor.

Her ne kadar bütün DNA'lar temel "ikili sarmal" tasarımda olsa da bu karmaşık molekül, ayrıntıları farklı birçok değişik yapıda olabiliyor. Burada görülen üç farklı üç boyutlu yapı A-DNA, B-DNA ve Z-DNA olarak bilinir. Canlılarda açık ara en çok rastlanan B-DNA biçimidir.









DNA'nın yapısının ortaya çıkartılması hem bilim tarihinde hem de yaşamın sırrının keşfedilmesi yolunda çok büyük bir olaydı; bu sayede kopyalama, mutasyon ve insanın evrimine ilişkin çok önemli bazı sorulara yanıt verildi. 1953'ten beri DNA'nın nasıl kopyalandığı, proteinleri nasıl ürettiği, bu süreçte nasıl yanlışlıklar olabileceği ve bu kadar az sayıda genin (yaklaşık 30.000) nasıl olup da insan gibi karmaşık bir yapıyı oluşturabildiği vb. konuların tam olarak anlaşılması yönünde muazzam ilerlemeler kaydedildi. Yarım yüzyılda öğrendiklerimizin ışığında bazı ateşli yandaşların yaptığı gibi yaşamı gerçekten kontrol edebilmenin ve ona müdahale edebilmenin yalnızca bir adım ötesinde olduğumuz düşüncesinin kışkırtıcılığına kapılmamak elde değil. Ancak asıl sorun, geçmişte bilim insanlarının da fark ettiği gibi, daha yakından baktıkça işlerin daha da karmaşıklaşıyor olması. İçimizdeki saatin çalışmasını neyin sağladığını henüz kesin olarak bilemesek de sıra dışı bir molekülün bizim ve bu gezegen üzerindeki öteki canlı biçimlerinin temelini oluşturduğunu biliyoruz.

Solda: Lösemiden etkilenmiş kan hücresinin elektron mikroskobuyla elde edilmiş görüntüsü görülüyor. Hücrelerin ve başka yapıların bu ayrıntıda incelenebilmesi sayesinde işlevlerinin bilinmeyen yönleri gün ışığına çıkarılabilir, hatta bazı hastalıklara karşı yeni tedavi yöntemleri geliştirilebilir.

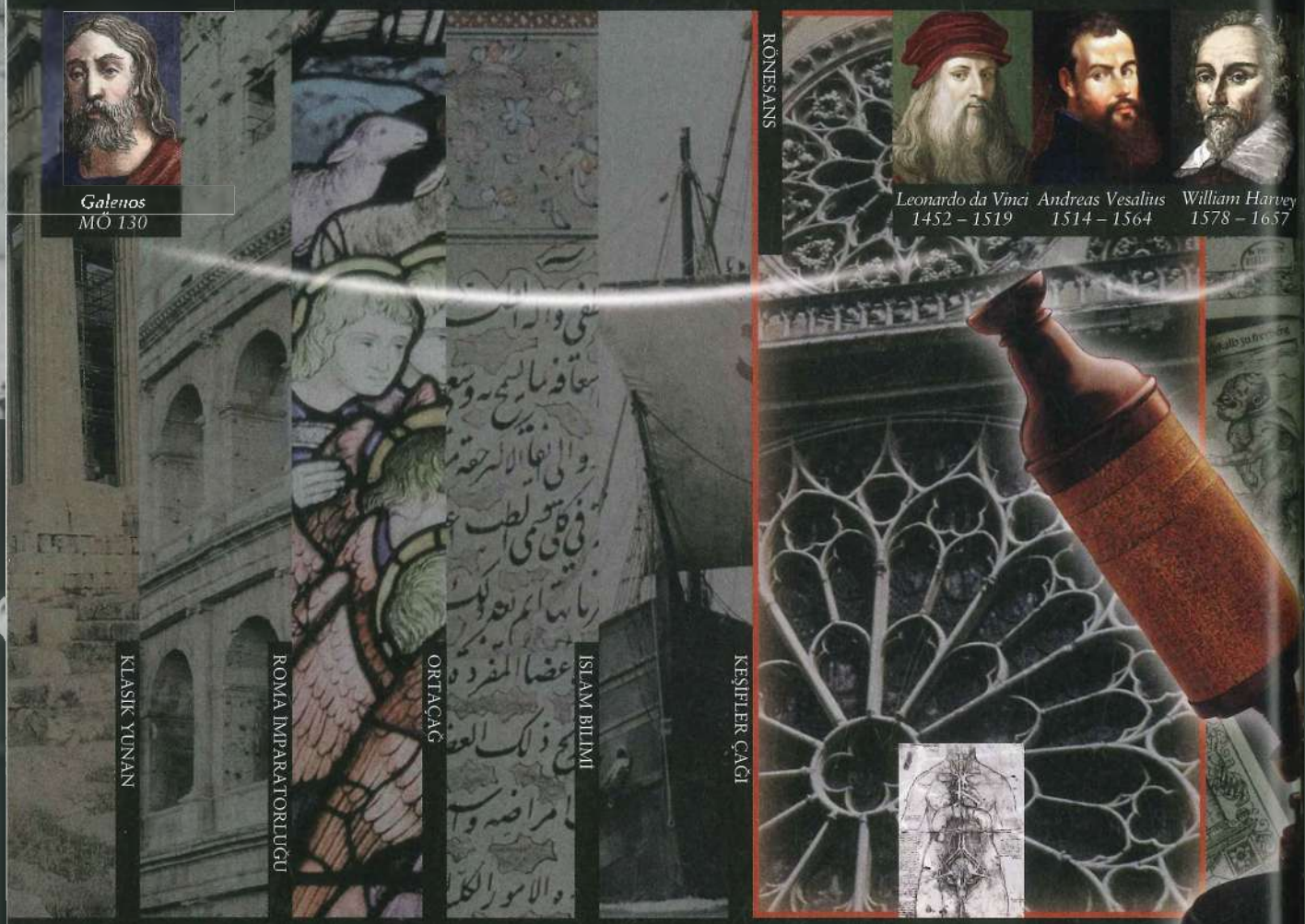
MUTASYON



Mutasyon sözcüğü her zaman kulağa korkutucu gelir. Tehlikeli bir deney sonucunda bir ucubenin ya da talihsiz bir canavarın ortaya çıkmasını çağrıştırır. Ne var ki mutasyon olmasaydı biz de bugün var olamazdık, çünkü çok uzun zaman önceki atalarımız tarih öncesi çağların çamurundan ayağa kalkamazlardı. Olumlu mutasyonlar, doğal seçilimin üzerinde etki ettiği varyasyon kaynakları yaratarak evrim için yaşamsal bir önem taşır. Hücre bölünmesi sırasında herhangi bir geni oluşturan DNA dizisindeki harfler orijinaline sadık kalarak kopyalanamadığı zaman bir mutasyon oluşur. Örneğin, AACCCG şeklindeki bir DNA dizisi yanlışlıkla AGCCCG şeklinde kopyalanabilir. Bu DNA dizisi daha sonra protein üretmek için kullanıldığında üretilen protein, orijinal dizinin ürettiği proteinden farklı olacaktır. Bu değişiklik önemli olabilir de olmayabilir de. Hayvanın ölümüne neden olabileceği gibi yalnızca önemsiz bir değişikliğe de yol açabilir ya da hiçbir şeyi değiştirmeyebilir. Basit bir örnek: Bir mutasyon sonucu bir güvenin kanat renginin açıktan koyuya dönüştüğünü düşünün. Eğer güve açık renkli ağaçların üzerinde yaşıyorsa bu mutasyon güvenin daha kolay fark edilmesine neden olacaktır. Güveyle birlikte mutasyon da hızla yok olacaktır. Ancak ağaçların kararması durumunda –diyelim ki yakınlardaki bir fabrikadan yayılan kurum yüzünden– koyu renkli güveler yeni ortamlarında pek göze çarpmayacaktır. Bu durumda mutasyon olumludur. İleride daha çok koyu renkli güve görülecektir. Mutasyon evrime neden olmuştur.

Bağlantılar – Beden

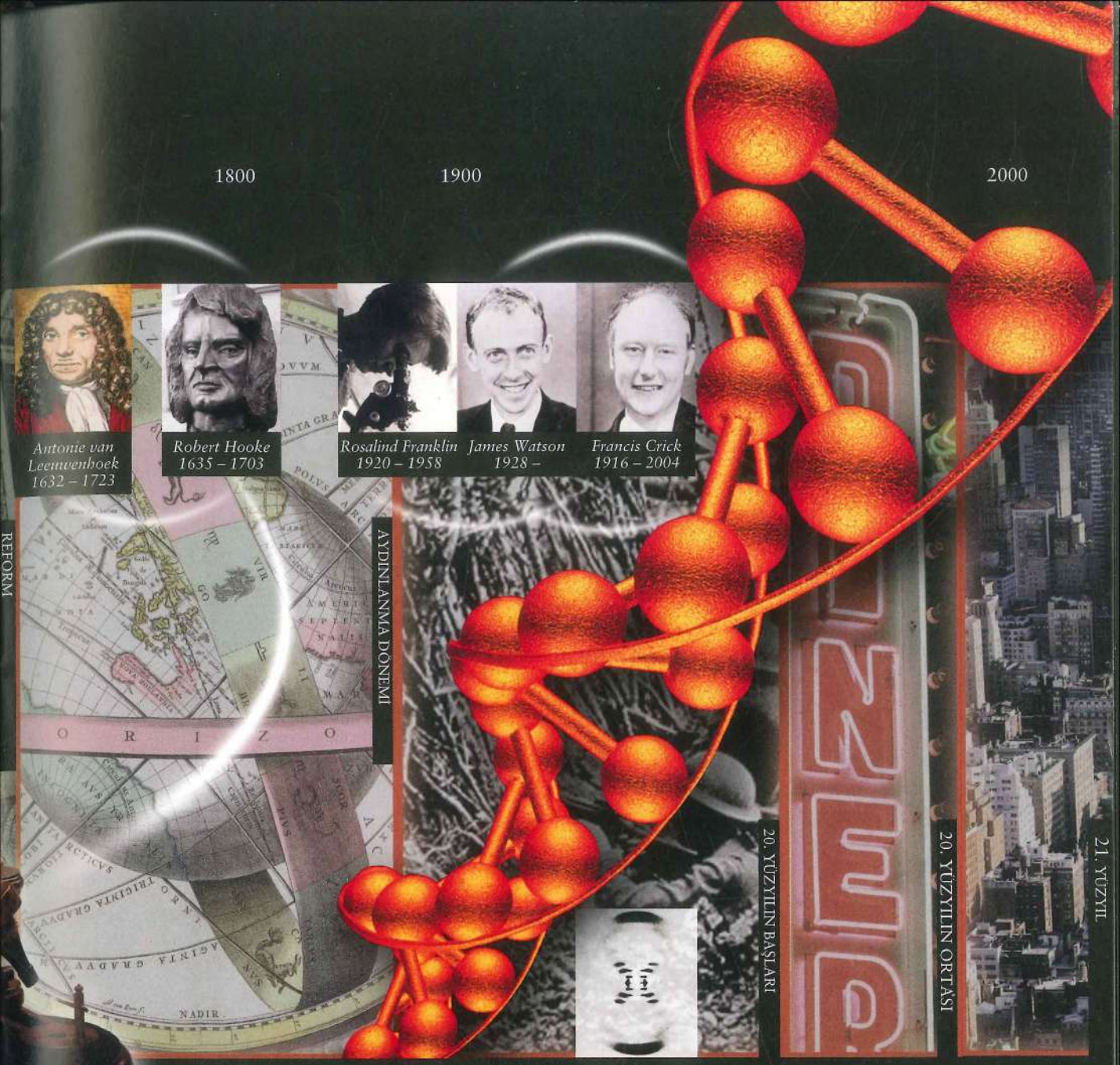
MÖ 400 MÖ 27 900 1400 1500 1600 1700



^ *Leonardo da Vinci'nin anatomi çizimi*

Yaşamı anlamaya ve uzatmaya dönük çabalarımız bizi bedenin nasıl çalıştığını daha da ayrıntılı incelemeye yöneltti. Ne yazık ki Rönesans dönemine kadar anatomimizle ilgili egemen olan görüş Galenos adındaki Eski Yunan bilgininin hayvanlar üzerinde gerçekleştirdiği diseksiyonlara dayanıyordu. Kilise, bedenlerin kesilip açılmasını uygun bulmuyor, daha ileri araştırmaların yapılmasının önünü tıkıyordu. Leonardo da Vinci'nin inanılmaz doğruluktaki çizimlerini çok az kişi görebilmişti. Hatasız bir anatomi rehberi, ancak Padova Üniversitesi'nde anatomi profesörü olan Andreas Vesalius'un eşsiz diseksiyon programına korkusuzca başlamasıyla ortaya çıkabildi. Elli dört yıl sonra Britanyalı genç doktor William Harvey kan dolaşımını keşfettiğinde Galenos'un çalışmaları büyük bir darbe daha aldı.

Bedenimize ve onu nasıl koruyacağımıza ilişkin anlayışımız mikroskopların kullanılmaya başlandığı 17. yüzyılda

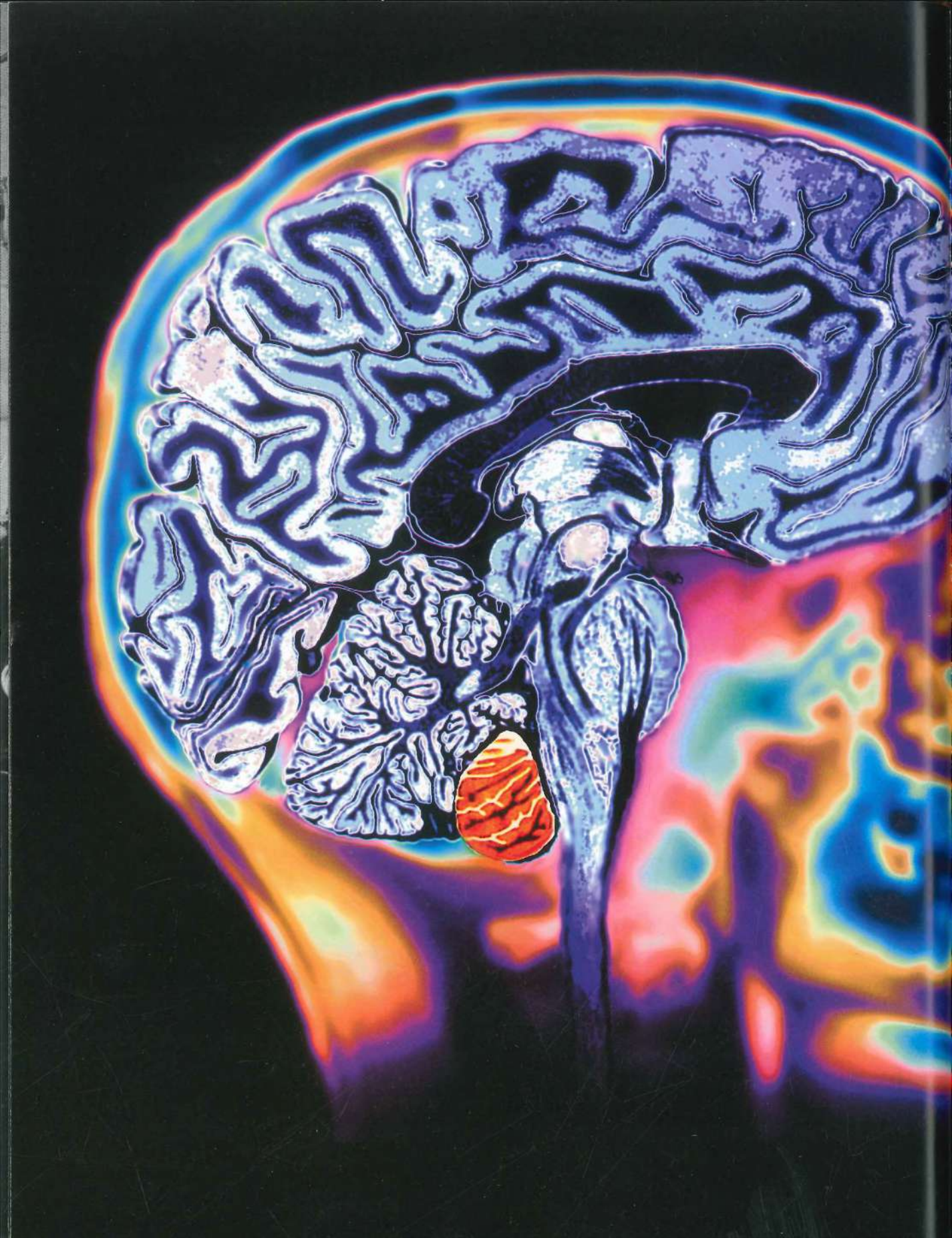


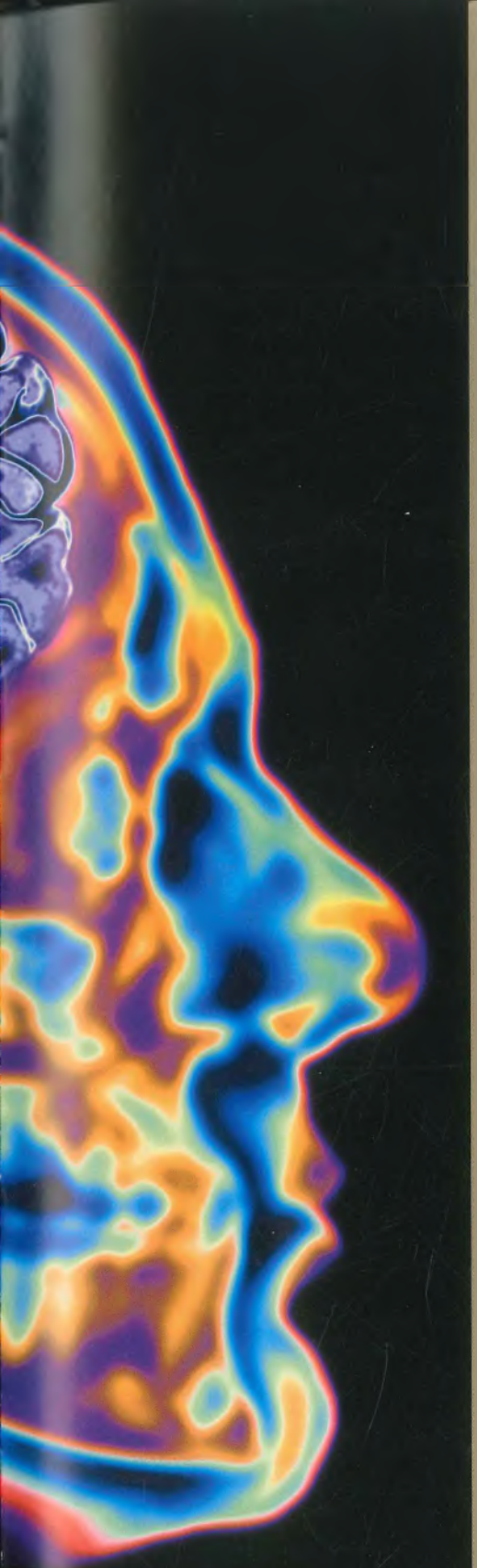
< *Robert Hooke'un mikroskobu*

^ *DNA'nın ikili sarmal yapısı*
^ *DNA'nın x-ışını görüntüsü*

yeni bir boyut kazandı. Robert Hooke yaşamın yapı taşı olan hücreleri gözlemleyebilmiş, Antonie van Leeuwenhoek çok daha güçlü mikroskoplarıyla "hayvancıklar" adını verdiği mikropları izlemeyi başarmıştı. Böylece, mikrop kuramına ve daha sonra da Louis Pasteur gibi bilginlerin bulaşıcı hastalıkları önlemek için yaptığı çalışmalara giden yol açılmış oldu.

19. yüzyılın sonlarından itibaren dikkatimizi daha da derinlere, hücrelerin çalışmasını neyin sağladığına yönelttik. 20. yüzyılın ortalarına gelindiğinde genlerin yaşamsal önemde olduğunu ve DNA adı verilen gizemli bir maddeden yapıldıklarını biliyorduk. Mikroskopların yerini alan x-ışınlarıyla Rosalind Franklin, DNA ipliklerinin fotoğraflarını çekebildi. Bu fotoğraflar sayesinde Crick ve Watson DNA'nın yapısını tanımladılar ve birçok soruya yanıt bulurken bir o kadarının da sorulmasına yol açtılar.





AKIL

BİZ KİMİZ?

Sizden kendinizi tarif etmeniz istense olasılıkla işe dış görünüşünüzü anlatarak başlarsınız. Ancak iş bizi neyin yönlendirdiğini ya da güdülediğini tam olarak anlatmaya geldiğinde birçoğumuz bocalarız. İşin doğrusu çok azımız aklımızın nasıl çalıştığını gerçekten anlayabilir. Genellikle mantıksız davranışlarda bulunur, kararları ağırdan alır ve kendimize bile açıklayamayacağımız nedenlerden dolayı beklenmedik hareketler yaparız. Kim olduğumuz ve bizi gerçekten yönlendiren şeyin ne olduğu sorusunun yanıtı uzun zamandır aranıyor. Çok eski zamanlardaki uygarlıklarda idrak kabiliyetinden beynin sorumlu olduğu pek de bilinmiyordu. Omuriliğin sonunda yer alan 1,5 kg ağırlığındaki gri ve beyaz maddelerin nasıl olup da düşünmemizi sağladığını ancak geçtiğimiz yüzyılda anlamaya başladık. Ancak sinirbilimcilerin gün ışığına çıkardığı kanıtlar gösteriyor ki beynin yaptığı birçok işin temelinde bilincimiz yatıyor. Aldığımızı zannettiğimiz kararların birçoğu da gerçekte yalnızca ussallaştırmadır. Ussallaştırma da bilinçaltının zaten vermiş olduğu kararların bilinç tarafından anlamlı gösterilmesi olarak tanımlanabilir.

Beynimiz tıpkı bedenimiz gibi uzun bir evrim sürecinin ürünüdür. Beyin kökünün ve beyinciğin yer aldığı 500 milyon yıllık bir sürüngen beynine, çok yeni bir ek aşılanmıştır: Beynin neokorteks adı verilen, dil ve soyut düşünceden sorumlu bölümü. "Yeni kabuk" anlamında Latince bir sözcük olan neokorteks, gri ve beyaz maddelerden oluşan ve beyin yarıkürelerinin –beynin sol ve sağ yanları– üstünde yer alan ince bir tabakadır. Rasyonel düşüncenin merkezi olan neokorteks kimilerince bir "kumanda merkezi" olarak görülür. Aslında neokorteks daha çok bir filin tepesindeki seyise benzer. Seyis kimi zaman fili gitmesini istediği yola doğru yönlendirir ama çoğu zaman fil gitmek istediği yere kendi gider ve seyis de zaten o yöne gitmek istiyormuş gibi davranır.

Solda: İnsan başının manyetik rezonans görüntüleme (MRI) yöntemiyle elde edilmiş bir taramasında insan bedeninin en karmaşık ve gizemli organı olan beyninin kıvrımlı ve katlamalı yapısı ayrıntılı olarak görülüyor.

MISIRLI GİBİ DÜŞÜNMEK

Orta Mısır'daki Luksor kentinde sonu gelmez sıcak bir günde, Mustafa Ağa adındaki simsar, Edwin Smith'le yapacağı görüşme için yola koyulmuştu. Dört yıl önce 1858'de Connecticut'tan gelip buraya yerleşen Smith, hakkında çeşitli söylentiler çıkmış bir serüven meraklısıydı. Paris ve Londra'da Mısıroloji eğitimi almış, şimdiyse insanlara ödünç para vererek, eski zaman eserleriyle ilgilenerek ve söylentiye göre sahtecilik yaparak iyi bir yaşam sürüyordu. Ağa, elindeki antika parşömen tomarın tamahkâr Amerikalının ilgisini çekeceğinden emindi. Gerçekten de Smith, Ağa'nın büyük bir titizlikle onun önünde açtığı ruloyla hemen ilgilendi. 4.609 satırdan oluşan hiyeratik yazısını –hiyeroglifin daha az resimli bir uyarlaması– inceleyen Smith bunun tıbbi bir belge olduğunu anlayarak kendi koleksiyonuna katmak üzere satın aldı.

Smith değişik birçok konuda bilgisi olan biri olsa da papirüsün çevirisini yapmaya hiç fırsat bulamadı. Papirüsün de yıllar boyunca süs eşyasından öte bir anlamı olmadı. Smith'in ölümünün ardından New York Historical Society'ye (New York Tarih Derneği) verilen tomarın çevirisi en sonunda iki dünya savaşının arasında yapılabildi. MÖ 1500 yılından kaldığı düşünülen belgenin gerçekte çok daha eski bir zamanda, olasılıkla düşünüldüğünden bin yıl daha önce, yazılmış bir başka belgenin kopyası olduğu anlaşıldı. Belgede yaralanmış 48 kişinin ayrıntılı tıbbi bilgileri yer alıyordu. Yaralanmaların büyük bölümü bir çarpışma sırasında alınabilecek türden kafa travmalarıydı. Gerçi artık bu yaralanmaların inşaat alanlarında gerçekleşen kazalarda meydana gelmiş olabileceği düşünülüyor. Yaralanmalardan bazılarının piramitlerin yapımı sırasında yaşandığına inanılıyor. Yazar, bir vakaya ilişkin şöyle diyor: "Kafasında, kafatasını parçalayıp beyni açıkta bırakacak şekilde yara açıklığı olan birini incelediğinizde hastanın yarasına mutlaka dokunmalısınız. Parmaklarınızın ucunda, içeride bir şeyler, potada eritilen bakırın yüzeyindeki dalgalanmalar gibi zonklar ve titrer. Tıpkı bir bebeğin kafasında oluşumunu tamamlamamış zayıf bölgelerde olduğu gibi."

Çevirisi yapılan metin, antik dönem tıp bilgisine ilişkin bir ders kitabı olmakla kalmıyor aynı zamanda bilinen ilk beyin betimlemesini de içeriyordu. Bilinen Evren'deki en karmaşık organizma olarak kabul edilen insan beyni, dört bin yıldan daha uzun bir süre önce yeni yeni anlaşılmaya başlanıyordu. Mısırlılar beynin zarlarla (günümüzde meninks deniyor) kaplı olduğunu biliyorlardı. Ayrıca bazıları mantıklı bazıları da mantıksız çok sayıda yöntemle kafa yaralanmalarını tedavi etmeyi ve görünüşte hiçbir bağlantısı olmayan vücut parçalarının beyin travması sonucu garip bir şekilde felce uğradığını biliyorlardı. Ne var ki, nöroloji dünyasına attıkları kayda değer adımlara karşın Mısırlılar beyne daha farklı bir önem veriyorlardı. Onlara göre ruh –insanın düşünsel ve ölümsüz yanı– ile beyin arasında hiçbir ilişki yoktu. Mısırlılar bilincin kalpten kaynaklandığına inanıyordu. Bu inanışa uygun olarak da cesetleri sonraki yaşam için özenle koruyup saklarken kalp özel bir kavanozda tutuluyor, beyinse metal bir kancayla yerinden çıkarılıp bir köşeye atılıyordu.

Sağda: Edwin Smith'in papirüsünden, dünyanın en eski cerrahi belgesinden bir sayfa görülüyor. Hiyeratik adı verilen yazı biçimi anıtlarda kullanılan hiyeroglifin elle yazılan bir çeşidiydi.

BEYİN CANLANIYOR



Hippokrates
(yaklaşık)
MÖ 460-377

İnsanlara gerçekten kim oldukları sorulduğunda birçoğu, davranış özelliklerini ya da düşünce şekillerini anlatmaya çalışır. Bugün kendimizi beynimize ait bir makine olarak görmeye başladık. Geçmişteyse kim olduklarını ister seküler isterse dini yollardan olsun ciddi biçimde ilk düşünenler Eski Yunanlardı. Ünlü doktor Hippokrates beynin bir yanında meydana gelen yaralanmaların vücudun ters yanında etkilere neden olması üzerinde çalışmakla kalmamış, sarının, kötü bir ruh tarafından bedenin ele geçirilmesi olmadığını, tersine bir beyin hastalığı olduğunu anlamıştı. Eski Yunan'da insanlar geleceklerinin "Fates" adı verilen mitolojik varlıklarca belirlendiğine inanırlardı. Kişinin günlük davranışlarının, ruhunun kontrolü altında olduğu düşünülürdü.

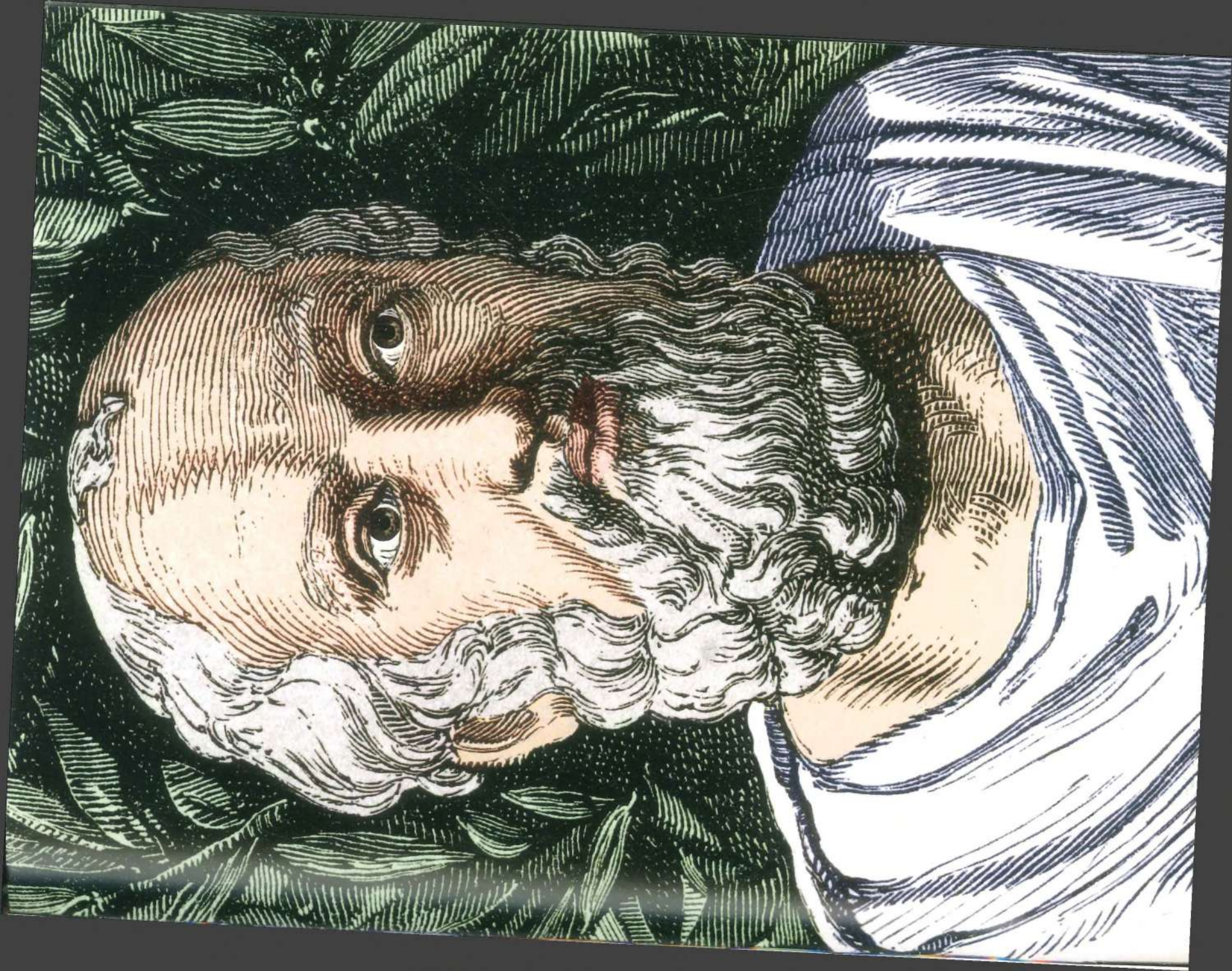
MÖ 4. ve 5. yüzyıllar arasında yaşamış Platon, kararlarımızdan, mantığımızdan ve düşüncelerimizden sorumlu olan öz benliğin, beyinle ilişkili olduğu düşüncesini ilk geliştirenlerden biriydi. Platon'un klinik incelemelerden çok felsefeye dayanan bu kuramına göre, ölümden sonra başka bir bedene geçecek bilişsel ruhumuz, baş ve sinir sisteminde yoğunlaşmış çok hızlı hareket eden küre şeklinde parçacıklardan oluşuyordu. Platon öteki organların da her ne kadar ölümsüz olmasalar da kendi ruhları olduğunu öne sürüyordu. Arzu ya da hayvani iştahlarla ilişkilendirilen ruh, diyaframda varlığını sürdürürken bulunduğu yerden kolaylıkla ihtiras organı olarak bilinen yakınlarındaki karaciğere yaşam verebiliyordu. Duyguları kontrol eden bir başka ruh da kalpte bulunuyordu. (Sevgililer Günü kartlarında kullanılan kalpler aslında bu düşüncelere yapılan bir göndermedir.)

Sağda: Platon, matematiksel ve felsefi kuramlarıyla ünlüydü. Akla ilişkin görüşleri özenli gözlemlerden çok idealize edilmiş yargılardan kaynaklanıyordu

Aşağıda: Akla ilişkin görüşlerinin ne yazık ki doğru olmadığı anlaşılan iki büyük düşünürü, Platon ve Aristoteles'i resmeden ortaçağdan kalma bir İtalyan rölyefi görülüyor.

İnsan bedenine ilişkin ilk bilgilerini Makedonya Kralı'nın özel doktoru olan babasından alan Aristoteles de fizyolojik söylence üretenler kervanına katıldı. Aristoteles uygar dünyaya beynin bedeni serinleten kansız bir soğutucudan farksız olduğunu söylerken akıllı ruhun yerinin kalp olduğunu öğretiyordu. Ona göre felcin nedeni kara safranın birikerek kafada oluşturduğu tıkanıklıktı. Bununla birlikte hiç eskimeyen düşüncesine göre kasları harekete geçiren şey, merkezi ruhun gönderdiği, gizemli hatta kutsal bir maddeydi. Elbette Aristoteles'in nöronlar aracılığıyla iletilen elektriksel uyarılardan ya da sinir uçlarından geçen kimyasal sinapslardan haberi yoktu; ancak ortaya koyduğu kavram gelecek kuşakları doğru yöne sevk etmişti. Aristoteles tüm boş uzaylarda eter adı verilen yeni ve güçlü –ancak görünmez– beşinci bir elementin bulunduğunu düşünüyordu. Bu madde akciğerler yoluyla vücuda alınarak tüm sinirlerin yayılma merkezi olduğunu düşündüğü algı organı kalpte "yaşamsal ruha" ya da öteki adıyla "yaşamsal ısıya" dönüştürülüyordu. Yaşam veren bir güç olan yaşamsal ruh da kanla kaslara taşınıyordu. Buralardaki ruhların etkinleşmesiyle kaslar harekete geçiyordu. Yani, Aristoteles'in anlayışına göre öteki tüm organları kontrol eden tek bir organ vardı. Ne var ki, Aristoteles bu organın beyin olabileceğini aklına getirmemişti.





ÖLÜLERİN İNCELENMESİ... YAŞAYANLARIN DA

Eski Yunanların nörolojiyi, dâhiyane ancak tartışmalı felsefelerinden daha öteye taşıyamamalarının bir nedeni ölülere ilişkin inançlarıydı. Bu inançlar, diseksiyon yoluyla öğrenilebileceklerin önüne kalın bir duvar çekmişti. Ölü bir bedene gerektiği gibi –hızla ve saygıyla gömme– davranılmadığı takdirde kişinin cehennem ırmağının kasvetli kıyılarında sonsuza dek dolaşacağına inanılırdı. Bu nedenle insan bedeni üzerinde otopsi yapmak kesinlikle yasaktı. Birçok Eski Yunan başka bir bedende dirilmeye inandığından hayvanlara yapılan diseksiyonlara da sıcak bakılmıyordu. Büyük İskender'in tarih sahnesine çıkması ve başkentin Yunan anakarasından Mısır'a taşınmasıyla birlikte yaşanan Helenistik Dönemde dinsel görüşler değişmeye başladı. Artık ruh ve beden birbirine sıkı sıkıya bağlı bir ikili olarak görülmüyordu. Patologlar neşterlerini kullanmaya başlayabilirdi.

İskenderiye'de yaşayan Kalkedonlu Herophilos adlı bir Eski Yunan, insan bedenleri üzerinde yüzlerce diseksiyon gerçekleştirirken beyin üzerinde ilk ayrıntılı incelemeleri de yaptı. İnce dilimler halinde kestiği beyinlerin içinde dört boşluk (ventrikül) olduğunu gördü. Beynin üzerini kaplayan iki zarı ayırdı, iki önemli bölümü (beyincik ve beyin) saptadı ve beyin kökünden vücudun öteki bölümlerine dek uzanan motor ve duyu sinirlerinin izini sürdü. Bazı ilginç keşiflere imza atmış olsa da yöntemleri son derece vahşiceydi. O dönemdeki Mısır Kralı Ptolemaios insan beyninin derinliklerini keşfetme konusunda o kadar istekliydi ki korkunç yöntemlerini, yaşayanlar üzerinde uygulayabilmesi için, mahkûm edilmiş suçluları Herophilos'a teslim ediyordu.



Solda: Herophilos, İskenderiye'deki tıp okulunda kendisini izleyen öğrencilerin önünde bir diseksiyon yaparken görülüyor.

Yukarıda sağda: Herophilos ve İskenderiye'deki çırağı Erasistratos'un görüldüğü ortaçağdan kalma bir resim. Erasistratos diseksiyon yoluyla anatomi çalışmaları yapma geleneğini Herophilos'tan sonra sürdürmüştür



KAFATASINI DELME VE İLK BEYİN AMELİYATI

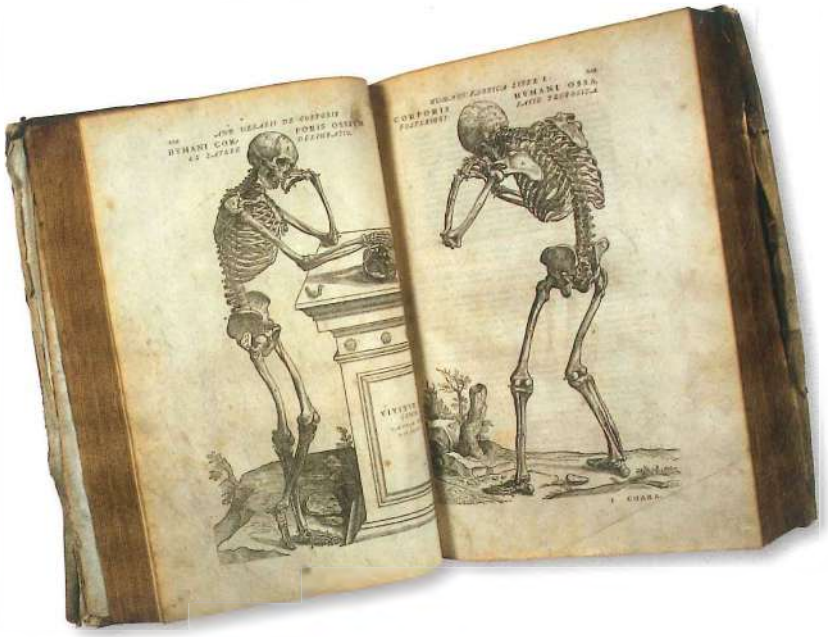


Beyin üzerine yapılan çalışmalar hâlâ emekleme döneminde olsa da cerrahların başarılı bir şekilde kafatasını açmaya başlamaları 7.000 yıl öncesine dayanır. Kafatası delgisi, trepan ya da kraniyotomi, kafatasının bir bölümünün kesilip açılarak iyileşmeye bırakılması işlemidir. İlk kez Stonehenge'in tarih sahnesine çıkmasından çok önce Neolitik Avrupa'da uygulanmıştır. Fransa'nın Ensisheim bölgesinde bulunan kafataslarında genellikle birkaç santimetre uzunluğunda düzgün açıklıklar görülmüştü. Bu açıklıklar, çakmaktaşından keskin aletler kullanılarak kafatasının sahibi henüz hayattayken yapılmışlardı. Antikçağda Çin'den Orta Amerika'ya dek uzanan geniş bir coğrafyadaki birçok uygarlık da kafatası delgisi konusunda çok arzuluydu. Tam anlamıyla bir beyin ameliyatı sayılmasa da –beynin dış katmanı olan dura materin delinip geçilmesi durumunda enfeksiyona bağlı ölüm hemen hemen kesindir– kafatası delme operasyonları, kafasından aldığı yara sonucu sıvı biriken insanların yaşamlarını kurtarmıştır. 15. yüzyıla gelindiğinde gezgin berber-doktorlar tüm Avrupa'yı dolaşıyor, depresyon ve sara gibi bastalıkları iyileştirecekleri iddiasıyla belirli bir ücret karşılığında insanların kafataslarını açıyorlardı. Kimileri de kafatası delme operasyonu sonrasında avuçlarında tuttukları bir taşı göstererek vücuttan sökülüp atılabilecek "delilik taşı" söylentisini yayıyordu. Bugün hâlâ cerrahlar bu uygulamanın daha incelikli bir biçimini kafatasının altındaki şişliklerin tedavisinde kullanmaya devam ediyor. Hatta, New Age toplulukları arasında bu uygulamanın insanın esenliğini artıracağına inanan bir grup bile vardır.

KARANLIĞA DOĞRU

Önceki bölümde entelektüel savlarıyla Batı tıbbına bin yılı aşkın bir süre egemen olmuş Romalı Galenos'la karşılaşmıştık. Galenos'un incelemeleri ve baskıcı otoritesinin "Biz kimiz?" sorusu üzerinde de hiç yabana atılamayacak bir etkisi vardı. Eski Yunan kenti Pergamon'da (bugünkü Bergama) gladyatörlerin doktorluğunu yapan Galenos başından yaralanmış çok sayıda hasta incelemiş, şansı yaver gitmeyen ya da belki de daha az yetenekli dövüşçüler üzerinde bu yaraların etkilerini gözlemlemişti. Galenos bazı beden fonksiyonlarının kafatasına alınan darbeler sonucunda engellendiğini, bazılarınınsa bu durumdan hiç etkilenmediğini görmüştü. Galenos beynin farklı bölgelerinin hangi yeteneklerle ilişkili olduğunun haritasını çıkartmaya kadar işi ilerletmemiş olsa da lokalizasyon adıyla bilinen ve ileride değinilecek olan kuramın ilk tohumlarını da atmıştı.

İlk dönem Yunan düşünürlerinin tersine Galenos temelde ampirik bir yöntemle çalışıyordu. Yeni kuramlar oluşturuyor, bunları deneyler yaparak sınamaya girişiyordu. Örneğin, bir gladyatörün boynuna aldığı bir kılıç darbesi sonucunda felç olmasına karşın, hâlâ soluk alabiliyor olmasını kuramsallaştırmak için eline geçen talihsiz hayvanları benzer biçimde boyun bölgelerinden kesiyordu. Bu kesip biçme işlemlerinin sonuçlarını titizlikle not ediyor ve karşılaştırıyordu. Deneylerin sonucunda kafamızın içindeki bir şeyin bedenin tamamını kontrolü altında tuttuğu anlaşılabilse de Galenos bu "bir şeyin" beyin olduğunu ortaya koymayı başaramamıştı. Galenos bu işlerin sorumlusunun kafanın içindeki boşluklar olduğunu düşünüyordu. Canlı hayvanların kafataslarının tepesini uçurduğunda alttaki beynin tıpkı akciğerler gibi inip kalktığını görmüştü. Galenos, içinde Aristoteles'in yaşam veren ruhunun bulunduğu havanın burnun üst kısımındaki bir plakadan geçerek ön boşluğa doğru emilmesi gerektiğini düşünüyordu. Burada ruh, yaşamsal ya da "hayvansal" ruhlara dönüşüyor, sinirlere ve daha ötesinde yaşam veren bu güçlere gereksinim duyulan öteki beden bölgelerine ulaşmadan önce arka boşluğa yönlendiriliyordu. Fantezi gibi görünse de bu düşünce bin yıl boyunca tıp öğrencilerine öğretilecek bir kuram olmuştur.



Solda: 16. yüzyılda yaptığı anatomi çalışmalarıyla Galenos'un birçok yanlış düşüncesini yıkan Andreas Vesalius'un kitabından iki çizim görülüyor.

Galenos'tan sonra Hıristiyanlık Avrupa'da felsefi gelişimi olduğu kadar nörolojik gelişimi de kesintiye uğrattı. Karanlık çağlar boyunca kendi varlığımıza yönelik sorular büyük oranda göz ardı edildi. Kilise herkesin kendi önemini –daha doğrusu önemsizliğini– bilmesini sağlamakla yükümlüydü. Kilise'nin bu dünyadaki yeri, kimsenin hiçbir biçimde sorgulayamayacağı, görünmez bir Tanrı tarafından belirlenmişti. Akılcı sorgulama ruhu bu batıl inançlı feodal toplumda yüreklendirilen bir şey değildi. Buna karşılık aynı dönemdeki İslam tıbbı çok daha gelişmişti. Ne var ki İslam dünyasının da 4. yüzyıl İskenderiye düşünürlerinin görüşlerine dayanan beyni anlama çabası, Hıristiyanlarınkinden çok farklı değildi. Ebu Ali el-Hüseyin bin Abdullah bin Sina ya da bilinen adıyla İbni Sina, tıpkı Avrupalı meslektaşları gibi beyindeki boşlukların bilince ev sahipliği yaptığını düşünüyordu. Onun kuramına göre ön boşluk bedene ulaşan ruhları karşılıyordu; hayvansal ruhların sinirlere doğru içinden aktığı arka boşluk da hafızanın merkeziydi. Aklın ya da akılcı ruhun kalesi de orta boşluklardı.

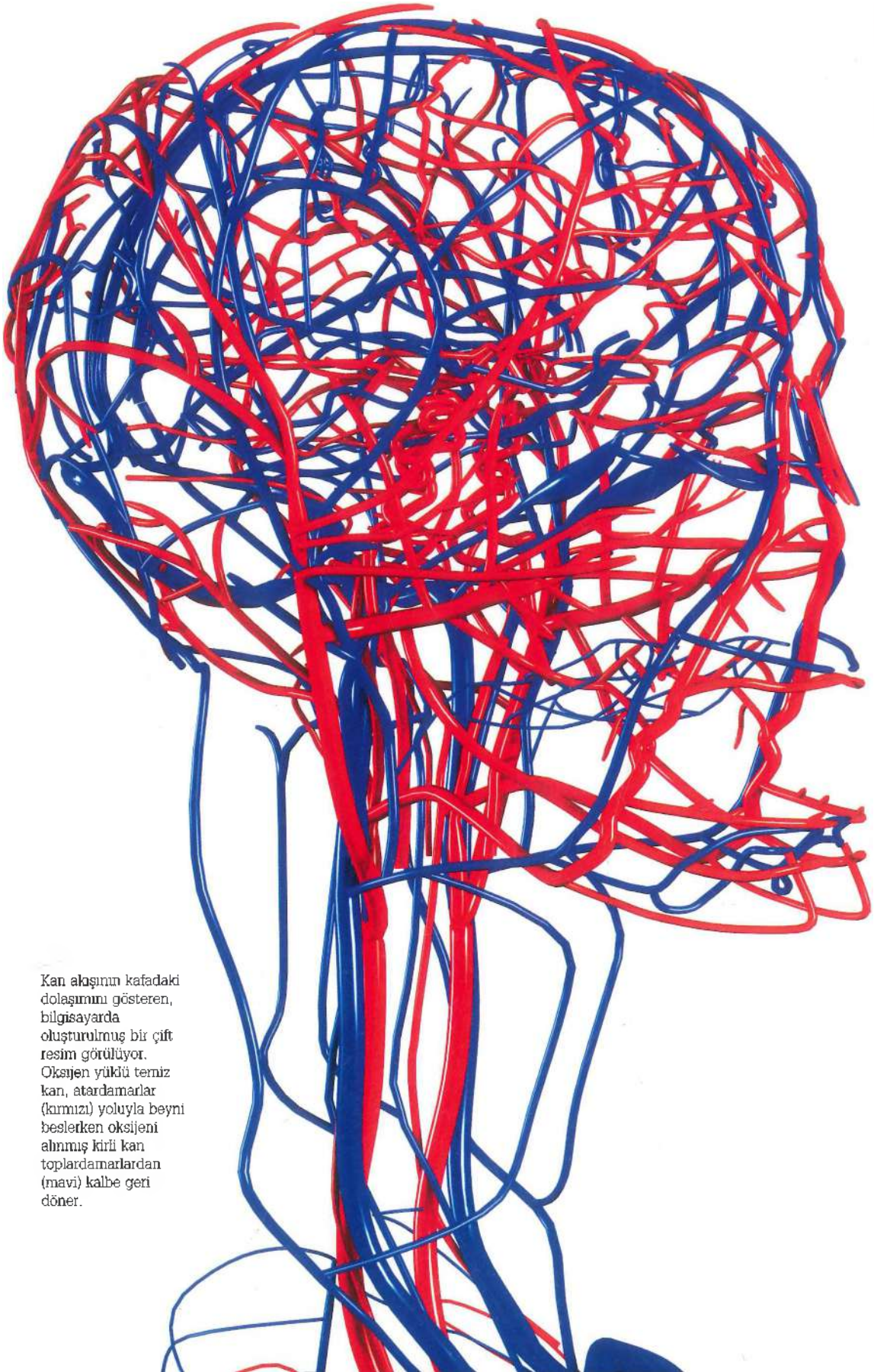
"Galenos bazı bedensel fonksiyonların kafatasına alınan darbeler sonucunda engellendiği, bazılarınınsa bu durumdan hiç etkilenmediğini görmüştü."

CADILAR, ERGOT VE LSD

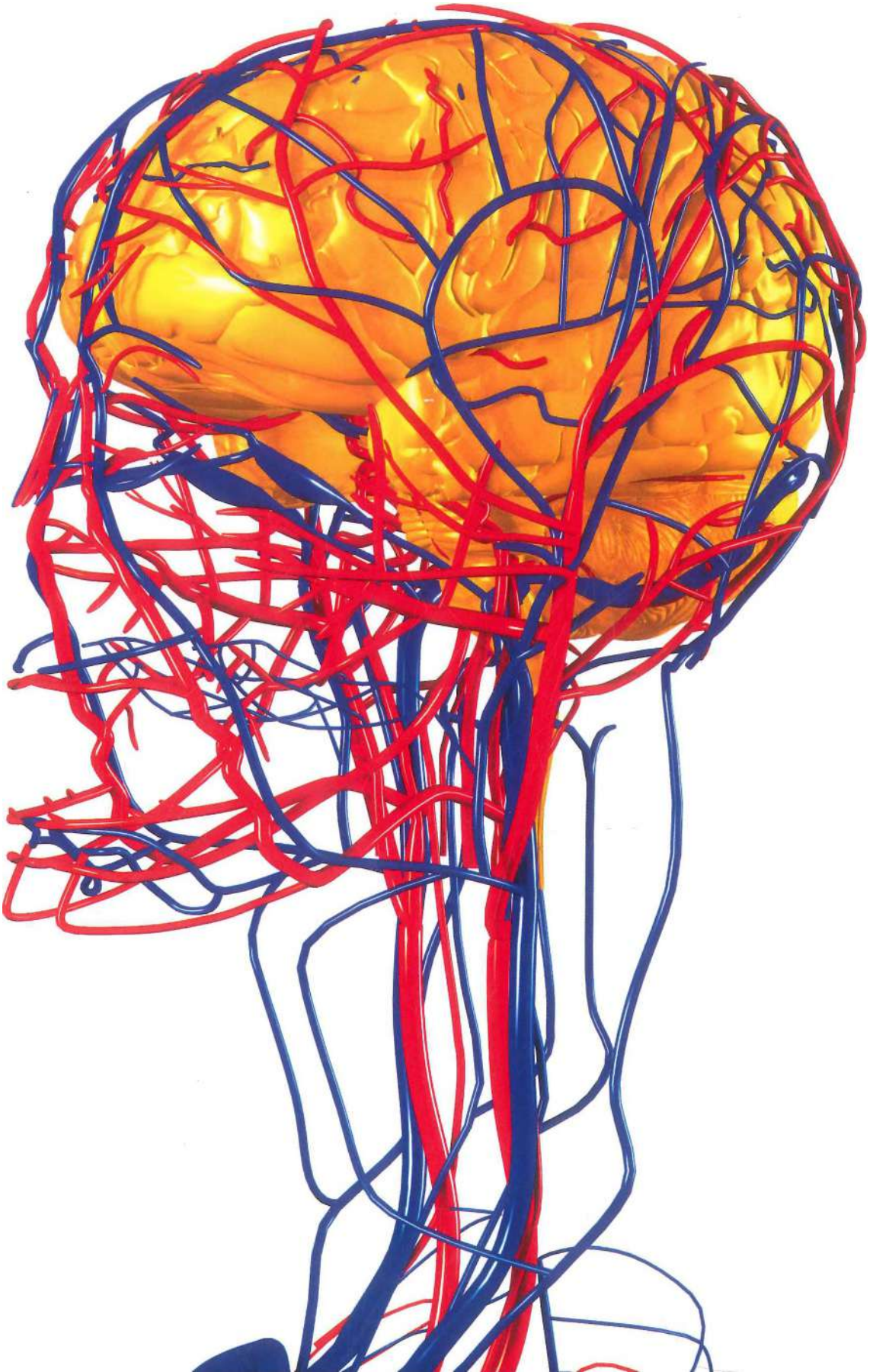
1692 kışında Massachusetts'in Salem kasabasında sekiz kız çocuğunda olağandışı arazlar görülmeye başlandı. Hezeyan içinde trans benzeri bir duruma geçmişler, kol ve bacaklarında böceklerin yürüdüğü hissine kapılmışlardı. Konuşmaları bozulan, bedenleri kaskatı kesilen kızlar kötü bir ruhun kendilerini lanetlediğine inanıyorlardı. Bu olayların sonucunda kasabadan altı kadın cadılık yaptıkları gerekçesiyle asıldı. 250 yıl kadar sonra 1943'te İsviçreli endüstriyel kimyacı Albert Hoffman lizerjik asit dietilamidi ya da bugün bilinen adıyla LSD'yi midesine indiren ilk kişi oldu. Yanlışlıkla yaptığı bu hareketten yalnızca birkaç dakika sonra mobilyalardan korkar ve bisiklerini süremez bir duruma geldi. Bedenini bir iblisin ele geçirdiğini düşünen Hoffman kendisiyle ilgilenen komşusunun da kötü ruhlu bir cadı olduğuna inanmaya başlamıştı. Hoffman'ın başından geçenlerle Salem'deki kızların yaşadıkları arasındaki benzerlikler de rastlantı değildi. Hoffman, LSD'yi buğdayda görülen zehirli bir küf olan ergot maddesinden sentezlemişti. Ortaçağdaki iklim kayıtları yeniden incelendiğinde olası ergot kaynaklı parazit salgınlarıyla doğaüstü cinnet vakalarının –talihsiz kadınların yakıldığı ya da sonrasında tüm köyün eşzamanlı zihinsel dengesizlikler yaşadığı St. Anthony yangını gibi olayların– zirve yaptığı dönemlerin çakıştığı görülmüştür. Serotonin salgılamasını engelleyen LSD benzeri ilaçların beyni ne şekilde etkilediği tam anlamıyla bilinmese de bu tür kimyasal maddelerin kim olduğumuzu bütünüyle değiştirdiği çok açıktır.

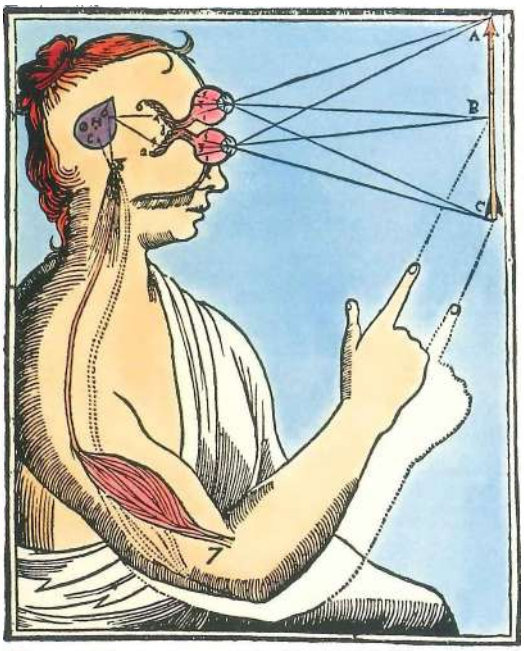


Yukarıda: Buğday başaklarında siyah çıkıntılar oluşturan ergot mantarları görülüyor.



Kan akışının kafadaki dolaşımını gösteren, bilgisayarda oluşturulmuş bir çift resim görülüyor. Oksijen yüklü temiz kan, atardamarlar (kırmızı) yoluyla beyni beslerken oksijeni alınmış kirli kan toplardamarlardan (mavi) kalbe geri döner.





YENİ BİR UMUT

Beklendiği gibi Rönesans'la birlikte kendimize bakışımız büyük bir değişime uğradı. Vesalius, Padova'daki cesetlerle ulaştığı başarı sayesinde Galenos'un eserini (*bkz. 5. Bölüm*) yırtıp atarken bir yandan da beyne yönelik ayrıntılı incelemelerin kapısını aralamış oldu. Hayvan beyinlerindeki boşlukların insan beynindekilerle neredeyse aynı olması kuşkularını artırmıştı. Beyindeki boşluklar akıl ve bilincin merkezi olarak düşünülüyor, hayvanların bir ruhu olabileceği düşüncesiyse açıkça saçma bulunuyordu. Öyleyse hatalı olan bir şeyler vardı. Vesalius yanıtların peşinde koştuğu araştırmalarında, tüm önemli psişik ruhların kaynağı olduğuna hükmedilen "rete mirabile" (eşsiz ağ) adındaki damar ağını inceledi. Bu ağ, beyin tabanında bulunuyordu. Çok sayıda kafatasını elden geçirdikten sonra Vesalius "rete mirabile"nin sığır beyninde önemli bir özellik oluşturduğunu ancak insan beyninde böyle bir yapıya rastlanmadığını gördü. Akla ilişkin daha iyi bir model kurulması gerektiği çok açıktı.



René Descartes
1596–1650

1596'da Fransa'nın küçük bir kasabasında dünyaya gelen René Descartes nörolojinin sürpriz kurtarıcısı oldu. Descartes doktor değildi. Hukuk alanında diploması olan, matematiğe tutkuyla bağlı bir düşünürdü. Yirmili yaşlarının ilk yıllarında hem İspanyollara karşı Protestan Flaman ordusunda hem de Bavyera'da Katolik I. Maximilian için savaşmıştı. Avrupa'yı dolaşmış, analitik geometriyi keşfetmiş ve artık sıkılmıştı. Paris'teki evinin yakınlarında bir parkta geziniyor ve geleceği üzerine düşünüyorken kısa bir süre önce dikilen bir dizi olağanüstü mekanik heykeli gördü ve büyülendi. Altı oyuğun içine klasik mitolojiden sahneler yerleştirilmişti: Hareket edebilen, doğal büyüklükte tanrılar ve tanrıçalar vardı. Bir dizi hidrolik borunun bağlandığı eklemli heykel gövdeleri sanki canlıymış gibi görünüyordu.

Yukarıda:
Descartes'ın *De Homine* adlı yapıtından alınan bu resimde epifiz bezinin dış dünyadan gelen sinyallerin anlaşılması ve karşılığında harekete geçilmesinde oynadığı anahtar role ilişkin kuram açıklanıyor.

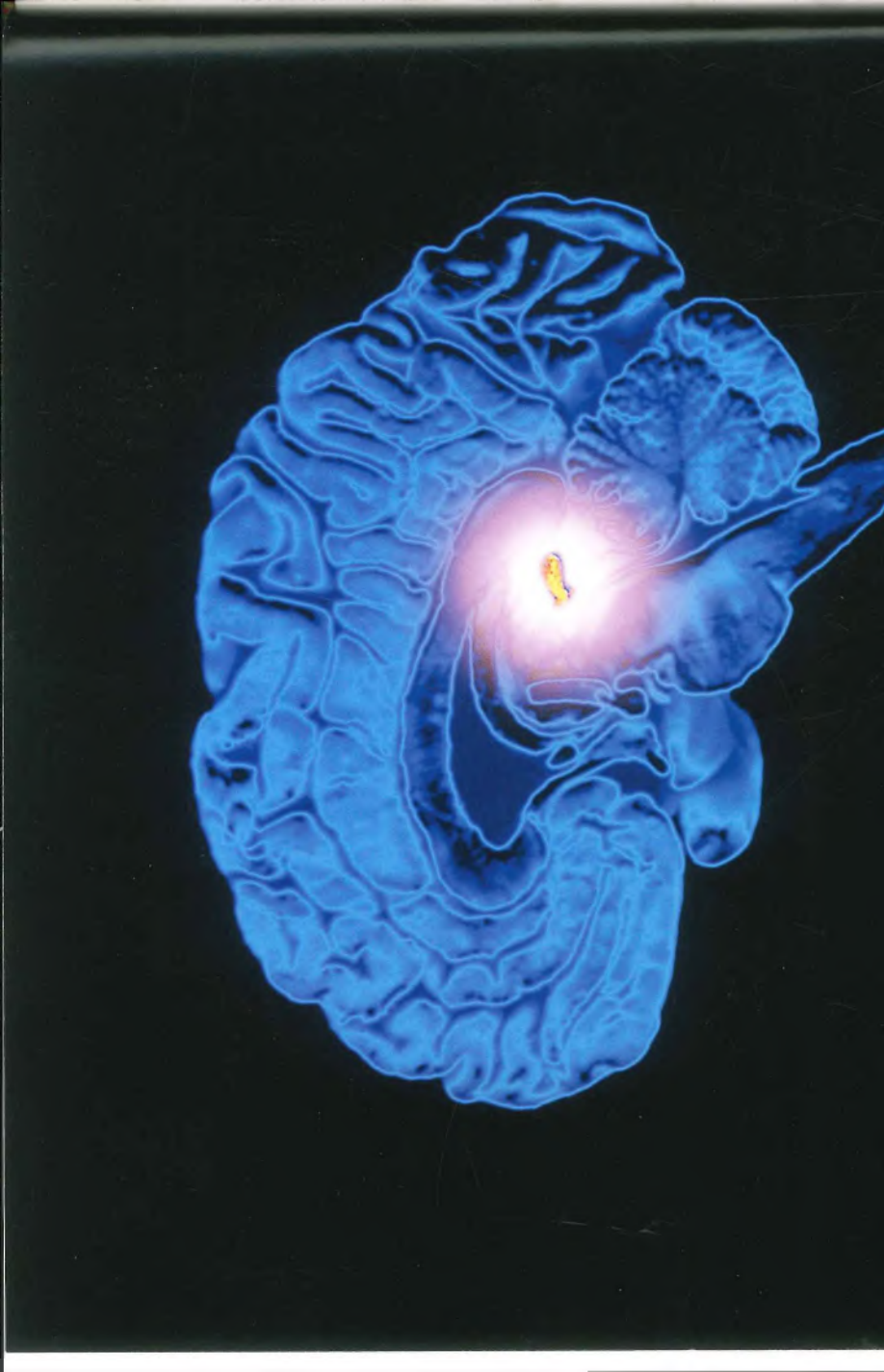
Hatta zemin taşlarının altına gömülen manivelalarla harekete geçen heykel yüzleri gelip geçenlere tepki verebiliyordu. Descartes ürpertici oyuklardan birine yaklaşırken çıplak tanrıça Diana koşuşturarak sazlıkların arasına saklandı, deniz tarağının tepesinde duran Neptün üç çatallı zıpkınını sallayarak hiddetle ona doğru seğirtti ve pullarla kaplı bir deniz canavarı dalgaların altından çıkarak Descartes'ın yüzüne su püskürttü. İlk andaki şaşkınlığından kurtulan Descartes düşünmeye başladı: Belki de heykellerin kol ve bacaklarını oynatan mekanizmayla, aklımızın bedenimizi hareket ettiriş mekanizması arasında bir benzerlik olabilirdi. Descartes çok geçmeden zamanının çoğunu mezbaha ve morglarda geçirmeye başladı. Bizi makinelerden farklı yapan şeyi bulmak istiyordu. Dünya'nın artık Evren'in merkezi olmadığı ve kalbin mekanik bir pompadan öte bir anlam taşımadığı bu yeni dünyada, inancına sadık bir Katolik olan Descartes, manevi ve bilimsel inançlarını gözden geçirme gereksinimi duydu. Bizi önemli yapanın ne olduğunu bulmalıydı. Beyin eğer karmaşık, pnömatik bir heykelden daha karmaşık değilse insanları özel yapan şey neydi, diye düşündü.

"Descartes dünyaya, ruhu ve zekâyı bedenin geri kalanından ayıran, yeni ve muhteşem bir anlayışla, ikilik anlayışıyla bakıyordu."

Descartes'ın kafasında farklı bir görüş belirdi: Dünyaya, ruhu ve zekâyı bedenin geri kalanından ayıran, yeni ve muhteşem bir anlayışla, ikilik anlayışıyla bakıyordu. Descartes'a göre ruh beyinde, çam fıstığı şeklinde ve boyutundaki küçük bir yapı olan epifiz bezinde bulunuyordu. Descartes bedenimizin, beyin boşluklarının hemen yanında, boks antrenmanı yaparken kullanılan dövüş torbası gibi asılı duran bu kumanda merkezince yönetildiği yargısına vardı. Bu kavram, günümüzde bilgisayar oyunlarında kullanılan oyun çubukları ya da savaş uçaklarındaki manevra kolları göz önüne getirilerek daha iyi anlaşılabilecektir.



Sağda: Çinlilerin Taocu simgesi 'Tajitu', ikilik anlayışının geleneksel bir örneğidir. Yin ve yang'ın –beden ve akıl, karanlık ve aydınlık, erkek ve dişinin– bütünü oluşturmak üzere bir araya geldiğini anlatır.

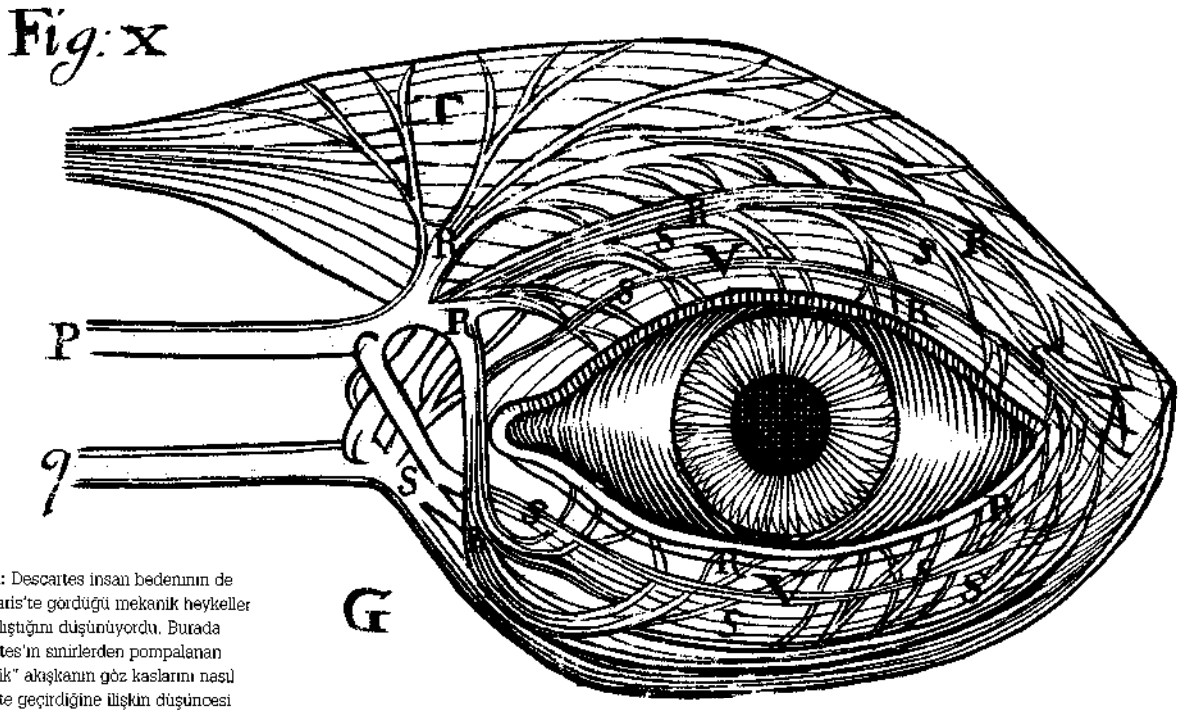



II
B
NB

Descartes, epifiz bezinin dönerek ve hareket ederek ilgili sinirler boyunca –liflerle tutturulmuş açılır kapanır kapıları olan– özel hayvansal ruh parçacıklarını iletiğini yazmıştı. Descartes'a göre bu parçacıklar sinirlerin ucundan dışarı taşarak kasların şişmesine neden oluyor, böylece karşı taraftaki kası fiziksel olarak kasılmaya öteki kası da uzamaya zorluyordu. Descartes'ın kuramına göre akıl, olağan hareketlere önem vermeksizin bedeni yöneten bilinçli bir pilottu. Bilinçaltı etkinlikleri tepkisel reflekslerle yerine getiriliyordu. Sinir liflerini sıkan ya da gevşeten fiziksel duyular, kasların gevşemesine ya da kasılmasına neden oluyordu. Ruhun bedene yaşamsal ısı sağladığına inanıldığından tüm bu bilgiler ışığında yeni bir model gelişmişti. Beden ruhtan bağımsızdı ve ruh olmadan da var olabilirdi –bu durum mantıksız, kâfir hayvanlar dünyasının sürüp giden varlığını da açıklıyordu. Descartes, ruhu olmayan hayvanların karmaşık makinelerden yalnızca biraz farklı olduğunu düşünüyordu.

Solda: Descartes'ın çok önemli bulduğu epifiz bezinin özellikle vurgulandığı, bilgisayarda üretilmiş bir insan beyni kesiti (üstte) ve epifiz bezinin "H" ile gösterildiği Descartes'ın açıklaması görülüyor.

Descartes'ın, ruhu bedenden ayırmasıyla –domuzların cennette olmasına ilişkin sıkıntılı konu böylece ortadan kalkıyordu– Kilise'nin takdirini kazanması gerekirken tersine, kuramları skandal olarak değerlendirildi. Yaşamının sonuna dek ürpertici engizisyondan kaçmak zorunda kalan Descartes, insan mekaniğine ilişkin ortaya attığı tartışmalı görüşlere hiçbir zaman büyük destek bulamadı (anatomi bilginleri hayvanların da epifiz bezi olduğunu biliyordu). Yine de Descartes, kuramının felsefi yanını miras bırakmıştı. Descartes şu sonuca varmıştı: "*Cogito ergo sum*" yani "Düşünüyorum, öyleyse varım". Bunu söylerken bilinç ve algılama gücümüzün bizi biz yapan şey olduğunu öne sürüyordu. Dünya'nın Güneş Sistemi'nin merkezi olmadığının keşfiyle yaşanan büyük şaşkınlığın ardından Descartes'ın kuramları, önemli olduğumuza yeniden inanmamız için bir gerekçe sunmuştu çünkü aklı olan tek canlı bizlerdik. Önemsiz birer yaratık değil, kendi evrenimizin merkeziydik. Beynin yaptıkları, bizi insan yapan şeylerin sırrına açılan kapının anahtarı oluvermişti.



Sağda: Descartes insan bedeninin de tıpkı Paris'te gördüğü mekanik heykeller gibi çalıştığını düşünüyordu. Burada Descartes'ın sinirlerden pompalanan "hidrolik" akışkanın göz kaslarını nasıl harekete geçirdiğine ilişkin düşüncesi açıklanıyor.

BEYİN ORTAYA ÇIKIYOR

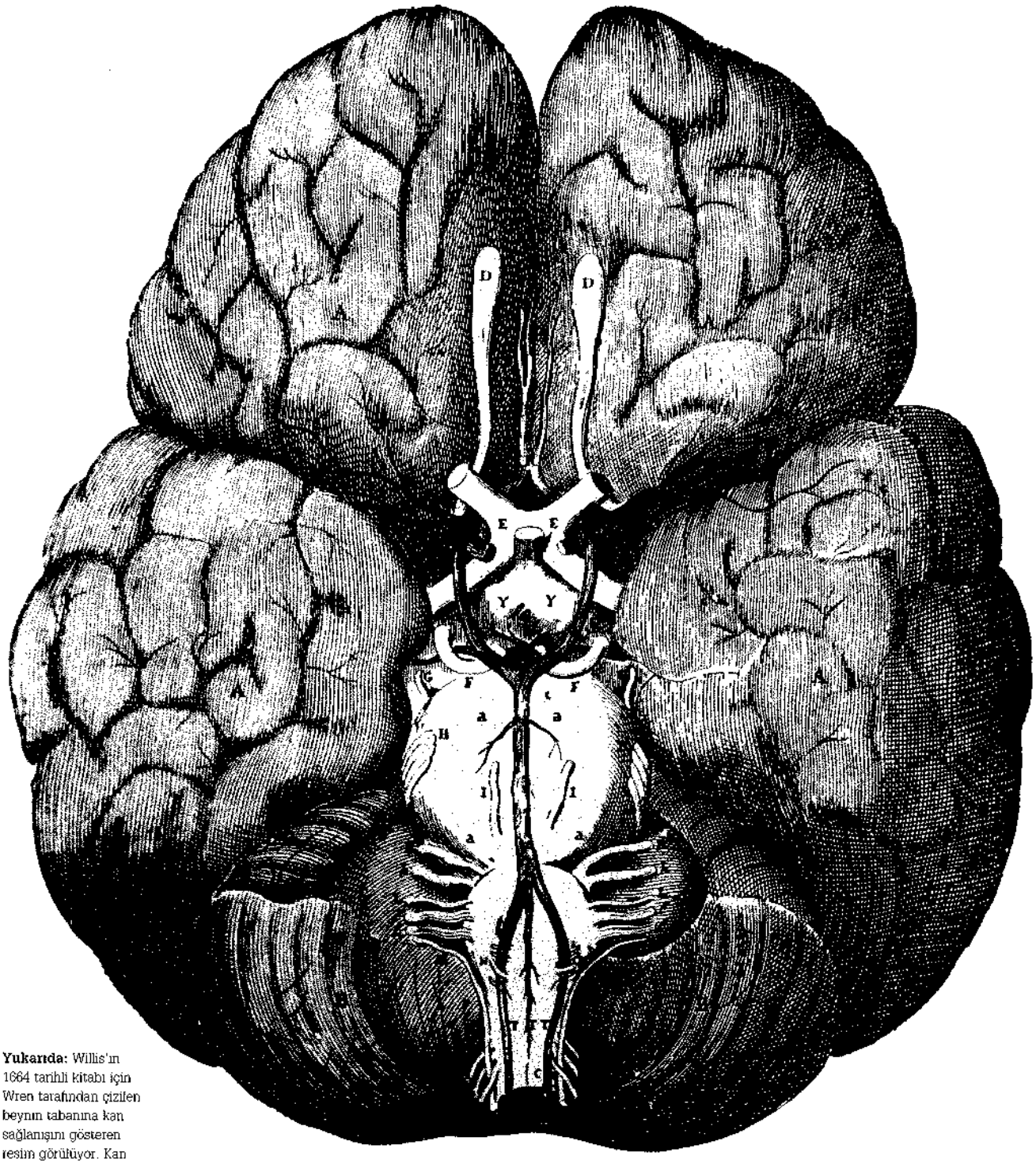


Thomas Willis
1621–1675

16. yüzyılda bilgin Thomas Moore şöyle demişti: "İnsan kafasındaki bu özün düşünme kapasitesi bir topak içyağından ya da bir taş çökelekten daha fazla değildir." Ama doktor Thomas Willis aynı düşüncede değildi. Beyne başka bir bakış açısıyla yaklaşılması gerektiğine inanarak bu düşüncenin yanlış olduğunu kanıtlamaya girişti. Willis'in bir şövalye gibi davranmasının temelinde İngiliz İç Savaşı'nın tuhaflıkları yatıyordu. 1621'de doğan Willis, Wiltshire'ın Great Bedwyn köyündeki okula gitti. Okulda yemeklerini sık sık yoksullara vermesi babasını öylesine kaygılandırmıştı ki oğlunun açlıktan öleceğini düşünen baba, onu öğle yemeklerinde eve çağırmaya başlamıştı. Willis tıp eğitimi almak üzere Oxford Üniversitesi'ne kabul edildi. O dönemdeki eğitim programı, on yıllık bir süreye yayılan zorlu bir süreçte Galenos'un eserlerinin de dahil olduğu klasik ders kitaplarını kapsıyordu. 1641'de savaş patlak verdiğinde Oxford, kral yanlılarının üssü haline gelince Willis'in eğitimi de büyük ölçüde kısaldı. İşin ilginç yanı Willis böylece kafasının Galenosçu kuramla doldurulmasından kurtulmuş ve kendi tıbbi ilgi alanlarının peşinden gidebilmişti. Bu ilgi alanlarının güçlü sezgilere dayandığı anlaşılacaktı.

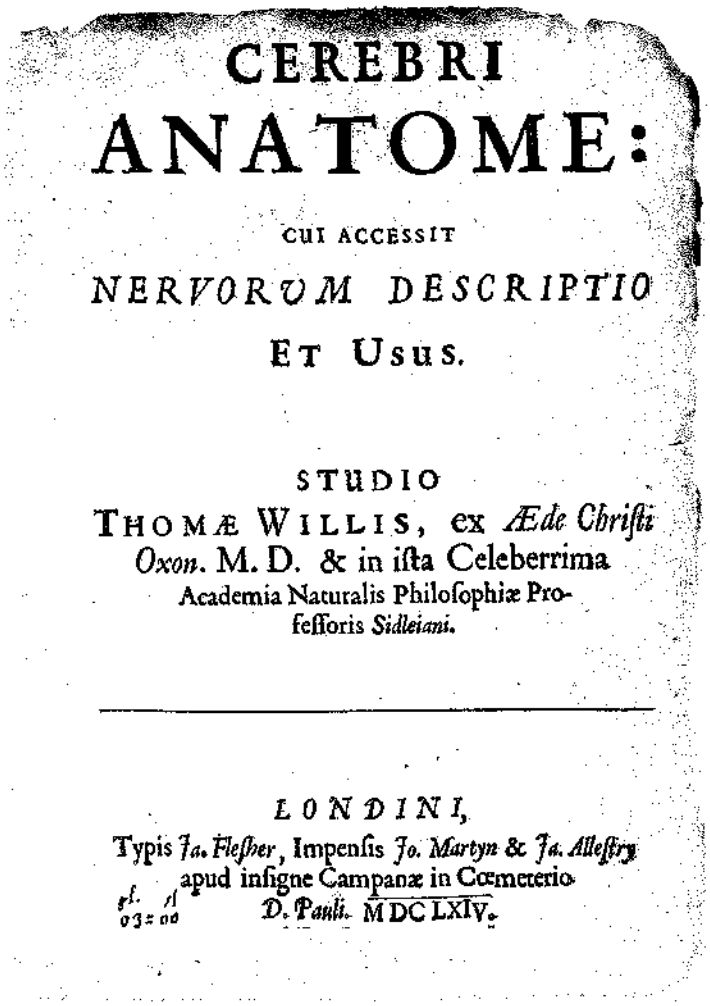
Çok yönlü bir bilim insanı olan Willis anatomi ve fizyolojinin tüm alanlarıyla ilgileniyordu. Sinir sistemi hastalıklarının ilk uzmanlarından biriydi ve bu sayede Londra'nın en zengin doktoru olmuştu. Cenazesi Westminister Abbey'de defnedildi. Ancak Willis'in adının anımsanmasının en büyük nedeni beyin üzerinde yaptığı keşiflerdir. Kim olduğumuzu yalnızca Tanrı'nın değil aklımızın da belirlediğini öne süren yeni düşüncenin yol göstericiliğinde Willis, beynin tüm bölgelerinin anatomisini sistemli olarak inceleyen ilk kişi olmuştu. Willis beyni işe yaramaz, jöle kıvamında bir kütle olarak görmek yerine, beynin farklı bölümleriyle bedensel fonksiyonları ilişkilendirmeye çabaladı. Willis, işe, solucandan koyuna kadar birçok hayvanın beynine diseksiyon uygulayarak başladı. Menenjit salgınında yaşamını yitirenler ve yaşamları darağacında son bulan talihsiz insanlar hep Willis'in elinden geçiyordu. Bir ara Royal Society üyesi, ünlü mimar Christopher Wren'i daha önce hiç karşılaşılmayan bir ayrıntıda anatomik çizimler hazırlamaya zorladı. Willis 1664'te ilerideki çalışmalara ışık tutacak *Cerebri Anatome* (Beyin Anatomisi) adlı kitabını yayımladı. "Nöroloji" teriminin yanı sıra "lob", "yarıküre" ve "pedünkül" gibi beynin çeşitli bölgelerini tanımlayan sözcükler ilk kez bu kitapta geçti. Ancak kitabın daha önemli bir başka özelliği, bizi insan beynine ilişkin bugünkü algılayışımıza ulaştıran yola yönelmemizi sağlayan sonuçlar bölümüydü. Willis neokorteks konusuna özel bir açıklama getirmemiş olsa da fil seyisi metaforundaki gibi beynin fonksiyonları arasında bir hiyerarşi olduğundan emindi. Tüm türlerin bir alt beyni olduğuna (beyincik ve yakınındaki bölgeleri kastederek) ama yalnızca insanda gelişimini tamamlamış daha yüksek bir beyin olduğuna karar verdi. Willis bu gelişmiş beyni, korteks olarak tanımladı. Willis'e göre imgelem, beynin merkezinden çıkıp boylu boyunca uzanarak sol ve sağ yarıküreleri birbirine bağlayan korpus kallosum adındaki sinir lifleri şeridinde gerçekleşiyordu. İnsan ruhunun yüksek yarıkürelerde yer aldığını söyleyen Willis, "kim olduğumuzu" beynin belirlediğini sağlam gerekçelerle öne süren ilk kişiydi.

"Tarihte ilk kez biri, 'kim olduğumuzu' beynin belirlediğini sağlam gerekçelerle öne sürmüştü."



Yukarıda: Willis'ın 1664 tarihli kitabı için Wren tarafından çizilen beynin tabanına kan sağlanışını gösteren resim görülüyor. Kan damarlarının örüntüsü bugün hâlâ "Willis poligonu" olarak bilinir

17. yüzyılda hayvanseverlerin hatrına Willis, hayvanların da ruhları olduğunu teslim etmiş, ancak hayvan ruhlarının bedene bağlı olduğunu ve ölümle birlikte ortadan yok olduğunu öne sürmüştü. Willis ayrıca Aristoteles'in "hayvansal ruhları"nın sinirler boyunca iletilen parçacıklar olduğu görüşüne hâlâ inanıyor, hatta bu parçacıkların beynin yüzeyindeki damarlarda oluştuğunu düşünüyordu. Danimarkalı anatomi bilgini Nicolaus Steno, Willis'in fizyolojik kuramlarının yanı sıra, aklın bedenimizi nasıl kontrol ettiğine ilişkin yüzyıllardır süren baskılamaya karşı şu eleştiriyi yöneltiyordu: "Hayvansal ruhlar, kanın incelikli bölümü, kan buharı ve sinir suyu... Bu adları kullanan birçok kişi var ancak bunlar yalnızca sözcükler hem de hiçbir anlamı olmayan sözcüklerdir." Steno haklı olarak, Willis ve Descartes'ın fizyolojik kuramlarının ne kadar ilginç görünseler de birer varsayımdan öte bir şey olmadığını belirtiyordu. Beynin aslında nasıl çalıştığını kimse tam anlamıyla bilmiyordu. Beynin fiziksel mekanizmalarının anlaşılmasında hayvansal elektrik ve hücrenin keşfedildiği 19. yüzyıla kadar da gerçek anlamda bir ilerleme kaydedilemeyecekti.



CEREBRI
ANATOME:
CUI ACCESSIT
NERVORUM DESCRIPTIO
ET USUS.
STUDIO
THOMÆ WILLIS, ex Ædc Chriſti
Oxon. M. D. & in iſta Celeberrima
Academia Naturalis Philoſophiæ Pro-
feſſoris Sidleiani.

LONDINI,
Typis Ja. Fleſher, Impenſis Jo. Martyn & Ja. Alleſtry
apud inſigne Campanæ in Cœmeterio
D. Pauli. MDCLXIV.

"Hayvansal ruhlar, kanın incelikli bölümü, kan buharı ve sinir suyu... Bu adları kullanan birçok kişi var ancak bunlar yalnızca sözcükler hem de hiçbir anlamı olmayan sözcüklerdir."

Solda: Willis'ın beynin anatomisi üzerine büyük yapıtı, kendi çalışmalarıyla çağdaşlarının buluşlarını bir araya getirmişti.

SAVANT SENDROMU

Dustin Hoffman *Yağmur Adam* filminde Raymond Babbitt adlı otistik bir dehayı canlandırdığında izleyiciler, bir konuşmayı sürdürme konusunda bile çok başarısız birinin Las Vegas kumarhanelerinde kâğıt oyunlarında kazanabileceğine inanmakta güçlük çekmişlerdi. Ne var ki Babbitt'in insanı şaşkınlığa düşüren kurgusal durumu sinirbilimcilerce Savant Sendromu adıyla yüzlerce yıldır biliniyordu. Kayıtlarda rastlanan bu tür ilk dâhi, 1707'de Derbyshire'da doğan Jedediah Buxton'dı. Öğretmen çocuğu olan Buxton çok ciddi öğrenme güçlükleri olduğu için çiftlik işçisi olmaya zorlanmışsa da çok geçmeden akıldan yaptığı olağanüstü aritmetik işlemler sayesinde adını duyurmuştu. Birincisi çeyrek peni tutarında olan ve sonra gelen her çivi bir öncekinin iki katı tutarda olan 140 çivinin maliyetini hesaplaması istendiğinde Buxton hemen doğru yanıtı yapıştırmıştı: 725.958.096.074.907.868.531.656.993.638.851.106 pound 2 şilin 8 peni. 18. yüzyılda yaşamış bir başka dâhi, Gottfried Mind, insanlarla iletişime geçmekte güçlük yaşıyor ancak gördüğü tüm hayvanları anımsıyor ve bu hayvanların resimlerini aklından çizebiliyordu. Hasar görmüş zihinlerdeki böylesi "deha adaları" çok sayıda çalışmanın konusu olmayı hâlâ sürdürüyor. Bilim insanları bir yandan bu duruma bir çare bulmaya çalışırken öte yandan da belleğin sırlarına ulaşmaya çabalıyor. Güncel kuramlar, bu durumun beynin iki yarıküresi arasında, dengeyi sağ taraftan yana bozan hatalı bir bağlantı sonucu oluşabileceğine işaret ediyor. Bu durumda daha mantıksal olan sol taraf, algılama ve somut düşünceyi doğrudan kontrol eden sağ tarafa yenik düşüyor.

AYDINLANAN AKILLAR





John Locke
1632–1704

Sinir dokusunun incelenmesinde yaşanan güçlükler insanları bu dokunun var olma nedenini sorgulamaktan ve insan olarak bizi biz yapan şeylere ilişkin kuramlar üretmekten alıkoymadı. Bu konuda sezgileri en kuvvetli olanlardan biri, psikolojinin bir disiplin biçiminde var olmasının yolunu açan John Locke'tu. Locke, Shaftesbury Kontu'nun doktorluğunu üstlenmeden ve köle ticareti işine girmeden önce Oxford'da Willis'ten tıp eğitimi almıştı. Locke'un, İngiltere Kralı II. James'in tahttan indirilişine tanıklık eden Şanlı Devrim döneminde Hollanda'da sürgündeyken yazdığı *Essay Concerning Human Understanding* (İnsanın Anlama Yetisi Üzerine Bir Deneme) adlı yapıtı, Amerikan anayasasının temel taşlarından birini oluşturdu. Aslında bu yapıt öylesine önemliydi ki Locke'un bununla, çağdaşı John Milton'ın 12 kitaplık destansı şiiri *Paradise Lost*'tan (Kayıp Cennet) eline geçenden daha fazlasını kazandığı söylenir.

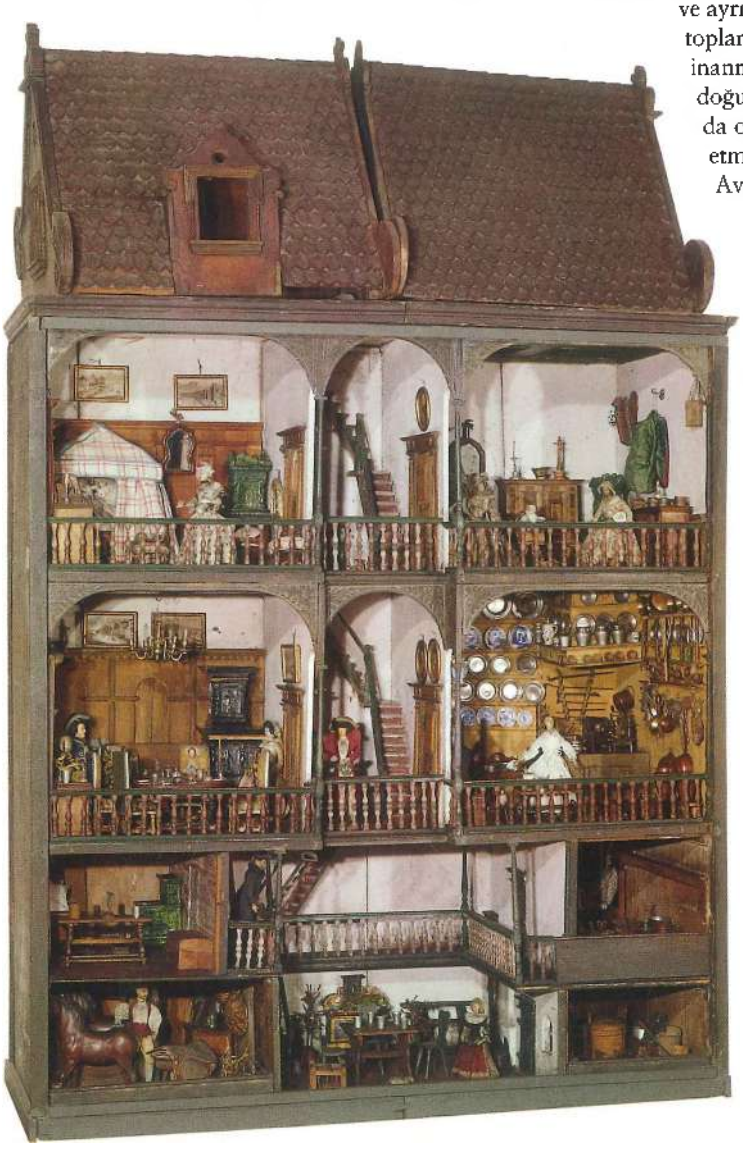
Locke, Descartes'ın "benlik"in düşüncelerimizden oluştuğu görüşünden büyülenmiş olsa da bu konuda bazı büyük düzenlemeler yapılması gerektiğine inanıyordu. Locke'un kafasında, "benlik"i bir iç konuşma biçiminden çıkarıp dünyayla yaptığımız konuşmalar tarihçesine dönüştürme düşüncesi vardı. Locke, bütün yaşamımız boyunca edindiğimiz deneyimlerin bizi oluşturduğunu ve aklımızın tüm anılarımızı gereksinim duyulana dek özenle saklayan bir depo olduğunu söylüyordu. Bu depo baştan beri doluyordu. Doğum anında aklımız önceden ulaştırılmış düşüncelerle dolu değildi, tersine dünyaya boş bir sayfa *–tabula rasa–* gibi geliyordu. Sonuçta kim olacağımız sürekli yaşanan deneyimlerle belirleniyordu. Bugün dünyaya ilişkin deneyimlerimizin aklımızın nasıl çalıştığına etki ediyor oluşu, kendimize ilişkin düşünme şeklimize öylesine yer etmiş durumda ki bunu söylemeye bile gerek duymuyoruz. Ancak Locke'un yaşadığı dönemde bu, radikal bir kuramdı. Locke'tan önce, bir ruh ve benlikle birlikte doğduğumuz ve ruhun ölümsüz olma özelliğinden dolayı değiştirilemeyeceği genel kabul görmüş bir düşünceydi. Locke düşüncelerinin doğru olması durumunda küçük yaşlardaki çocuk bakım ve eğitiminin öneminin daha da artacağını fark etti. Denemesini yayımladıktan üç yıl sonra 1693'te Locke'tan bir

Solda: Londra'daki Royal Academy'yi süsleyen büyük bilim insanları ve düşünürlerin heykellerinden biri olan John Locke'un heykeli görülüyor.

çalışma daha geldi: *Some Thoughts Concerning Education* (Eğitim Üzerine Bazı Düşünceler). Locke bu çalışmasında çocukların önceden şekillendirilmiş yetişkinler olmadığını, tersine, yaşamları boyunca taşıyacakları kişilik ve davranışların aslında tıpkı boş bir tuvalin dolması gibi, gelişim yıllarında şekillendiğini öne sürüyordu. İyi ya da kötü olmalarını belirleyen şey onların öğrendikleriydi. Bu nedenle, çocukların akıl gelişimlerine yönelik oyuncakların ilk kez bu dönemde tasarlanmaya başlanması şaşırtıcı değildir.

Aşağıda: Locke'a göre oyun ve eğitimin çocuğun kişilik ve zekâsının gelişmesinde çok önemli bir yeri vardı

Locke'un kuramları derin etkiler yarattı. Bu etkiler yalnızca eğitim alanıyla da sınırlı değildi. Tüm dünyada gerçekleşen devrimlere katkı sağlamıştı. Herkesin eşit yaratıldığı düşüncesi 1787'de yürürlüğe giren Amerikan anayasasının temelini oluşturmuştu. Bu arada Fransa'da "Özgürlük, Eşitlik, Kardeşlik" çığlıkları Locke'un kuramları sayesinde daha çok ağırlık kazanmıştı. Bir ülkedeki yurttaşların, krallarının aklının pohpohlanma ve ayrıcalıklarla geçen yılların toplamından ibaret olduğuna inanmaları durumunda o kralın doğuştan özel biri olduğunu ve tahtın da onun ilahi hakkı olduğunu iddia etmesi güçtür. Fransa ve öteki Avrupa ülkelerindeki devrimler, benlik ve "biz kimiz" sorularının giderek önem kazandığı ve ilgi çeken tartışmaların yaşandığı bir yüzyılın ürünüydü. Britanya'da yeni Gregoryen tasfiye düzeninde, gazete ve kafelerde insan bedenine ilişkin artan bir tiksinti duygusu yaşanıyor, insan bedeni artık kusurları olan hayvanlarla eşdeğer görülüyordu. Kibar sosyete ortamlarında bedenler en azından pudra ve peruklarla örtülürken zarif ve bütünüyle insani varlığımız "akıl" soylu ve değerli bir varlığa dönüşüyordu.



"Locke çocukların önceden şekillendirilmiş yetişkinler olmadığını, tersine, yaşamları boyunca taşıyacakları kişilik ve davranışların aslında tıpkı boş bir tuvalin dolması gibi, gelişim yıllarında belirlendiğini öne sürüyordu."

DUYGUSAL GERİ DÖNÜŞ

İnsanlar genellikle makul ve mantıklı davranışlarda bulunabilmeyi becerseler de insan olmanın yalnızca "düşünme" ve "algılama" olgularıyla açıklanamayacağı da çok açıktır. Bilimin aklı anlamaya başlayabilmesi için önce hayvansal tutkularımızla yüzleşmek zorundaydık. Birilerinin çıkıp karmaşık duygu dünyasını incelemesi gerekiyordu. Duyguların kasvetli dünyasına doğru ilk önemli bilimsel adımları atan 19. yüzyılın en ünlü doğa bilimcisi Charles Darwin olmuştur. Darwin, İskoç cerrah ve fizyolog Charles Bell'in bir çalışmasını okumuştu. Bell bu çalışmada belirli yüz kaslarının, insanların duygularını anlatabilmeleri için Tanrı tarafından tasarlandığını öne sürüyordu. Bu görüş Darwin'in inandığı her şeye ters düşüyordu. Böylece Darwin, *The Expression of Emotions in Man and Animals* (İnsanlarda ve Hayvanlarda Duyguların İfadesi) adlı yeni kitabının 1872'de yayımlanmasıyla birlikte hayvanlardan yalnızca fiziksel özelliklerimizi miras almadığımızı göstermeye girişti. *The Descent of Man* (İnsanın Türeyişi) kitabına –insanların kökeni üzerine çalışması– büyük bir ek niteliğindeki bu kitapta Darwin, hareketlerimizin, akıl durumumuzu gösteren yüz ifadelerimizin ve bizzat duygularımızın kalıtımla aktarılmış özellikler olduğunu göstermeye çalıştı.



Solda: Charles Darwin'in *The Expression of Emotions in Man and Animals* adlı çalışmasından bir sayfa görülüyor.

Darwin köpek, kedi ve at gibi hayvanların sosyal durumları üzerine çalışarak hayvanların yalnızca öfke, korku ve şehvet değil bazı karmaşık duygular da sergilediklerini görmüştü. Köpek, sahibi başka bir köpekle oynadığında kıskanabiliyor ve hatta sahibinin yeniden fırlatacağını bildiği bir topu kısa bir süre ama bilerek geri getirmeyerek sahip olduğu mizah duygusunu da gösteriyordu. Darwin hayvanların kısa süreli duygusal anlardaki yüz ifadelerini yakalayabilmek için fotoğraflarını çekmiş, bu fotoğrafları farklı ülkelerden insanların yüz ifadelerini yansıtan fotoğraflarla karşılaştırmıştı. Yayıncısının kitabın elde edeceği kâr konusundaki tüm endişelerine karşın, kitapta yüz ifadelerinin karşılaştırıldığı yedi fotoğraf plakası kullanmıştı. Kitap çoksatarlar arasında yerini aldı. Bu çalışmayla Darwin gezegenin değişik köşelerindeki insanların yüz ifadelerinin aynı olduğunu göstermekle kalmamış bu ifadelerin temelde başka memelilerle aynı olduğunu da ortaya koymuştu.

"Darwin gezegenin değişik köşelerindeki insanların yüz ifadelerinin aynı olduğunu göstermekle kalmamış bu ifadelerin temelde başka memelilerle de aynı olduğunu ortaya koymuştu."

Darwin doğal seçilim kuramını devreye sokarak tüm özellikler gibi duygularımızı ortaya koyan yüz ifadelerinin de zaman içinde kazanılmasına yol açan bazı biyolojik üstün yanları olması gerektiğini öne sürmüştü. Darwin, bir zamanlar gördüğümüz şüpheli herhangi bir şeyi kokladığımız için şu an dudak bükme özelliğimiz olduğunu, çeneyi ısırmaya hazırlayan bir davranış olduğundan kızgın olduğumuzda dişlerimizi gösterdiğimizi, daha net görmek için göz bebeklerimizi büyüttüğümüz gibi şaşırdığımızda da gözlerimizi kocaman açtığımızı düşünüyordu. Bazı yüz ifadelerininse artık yaşamı sürdürmeye yönelik doğrudan bir katkısı yoktu. Darwin böylece bu çalışmadaki en önemli sonuca ulaştı: On binlerce yıldır yalıtılmış yaşamları olan ada insanları da aralarında olmak üzere bütün insanlarda bu yüz ifadelerinin aynı olması, bu özellikleri öğrenmediğimiz anlamına geliyordu.

TOURETTE SENDROMU

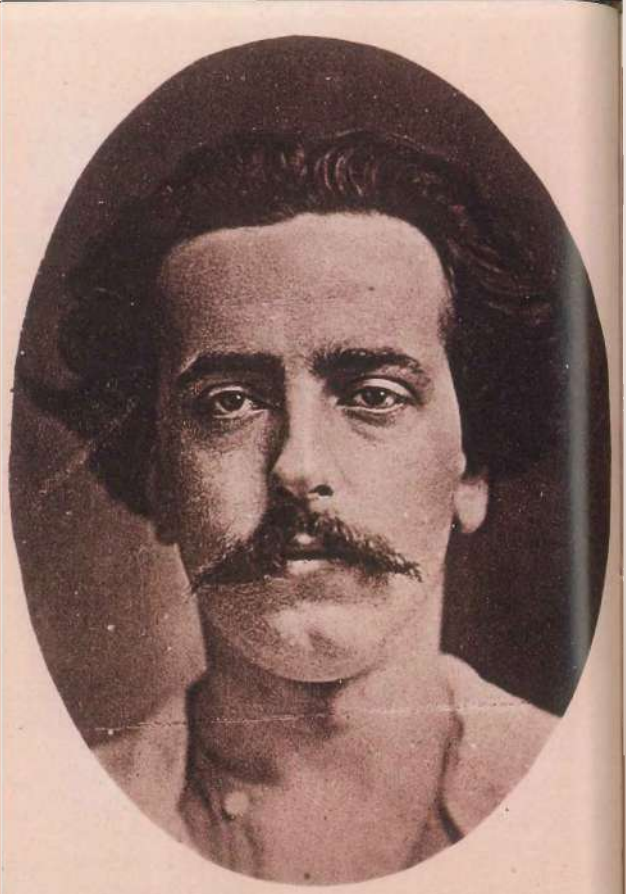


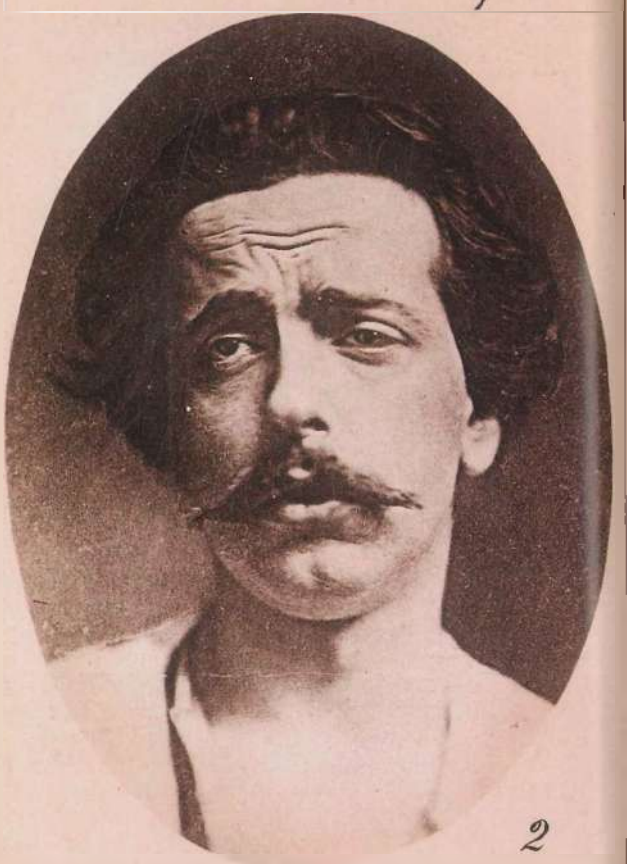
1825'te Parisli saygıdeğer doktor Jean-Marc Itard, *Archives Générales de Médecin* dergisinde, utanç verici bir rahatsızlık yaşayan soylu bir hanımefendiyle ilgili tuttuğu notları yayımlamıştı. 26 yaşındaki Markiz de Dampierre kibar ve saygılı bir konuşmanın ortasında aniden bağırmaya, haykırmaya, garip davranışlarda bulunmaya başlıyor ve ağzından bok (*merde)* ya da iğrenç domuz (*foutu cochon*) gibi sözcükler çıkıveriyordu. Bu bilinçsiz patlamalar nedeniyle yaşadığı içten utanç duygusuna karşın Itard bütün bu olanlara çare bulamıyordu. Nitekim çok geçmeden de dostları Madam Dampierre'i dışlamaya başladı. En sonunda Madam Dampierre, 1884'te yalnız bir ölümün onu beklediği Charcot'nun Salpêtrière Hastanesi'ne yatırıldı. Ne var ki sergilediği davranışlar nöroloğun genç asistanı Georges Gilles de la Tourette'nin ilgisini çekmişti. Tourette benzer belirtileri başka hastalarda da görmüştü. Tourette ertesi yıl Madam Dampierre'i yeni bir hastalığı sınıflandırma girişiminde ilk vaka çalışması olarak kullandı. Tourette, hastalığın genellikle genç yaşta istemsiz hareket ve ses tilderiyle başladığını ve koprolaliye –engellenemez şekilde küfürlü konuşma hastalığı– doğru gelişim gösterdiğini belirtti. Daha sonra Tourette Sendromu olarak bilinecek bu hastalık hâlâ tam anlamıyla anlaşılamamıştır ancak bilim insanlarının gerçekten kim olduğumuzu anlama çabalarında karşılaştıkları karmaşıklığı göstermesi bakımından önemlidir.

Bu özelliklerin ortak atalarımızdan bize miras kalmış olması gerekirdi. Darwin hayvanlarla benzer duygular hissettiğimizi ve bu duyguları benzer biçimde gösterdiğimizi fark etmişti.

İnsan tutkularının, hayvanların hayatta kalma örüntülerinin bir devamı olduğu savı ilk kez Aristoteles'in ortaya attığı bir teoriyle uyumlu gibiydi: Bizler temel arzularımızı baskılayan ya da geçersiz kılan daha yüksek bir ruh –şimdi usavurma ya da akıl olarak kabul edilen özelliğimiz– dışında her yönüyle hayvanlara benziyoruz. Bu görüş, katı ve bağnaz Viktorya döneminde oldukça kabul görmüştü. Ancak Darwin'in kuramı bir yandan da Pandora'nın kutusunu açmıştı. Artık kim olduğumuzu bilimsel olarak düşünmemiz, bütünüyle mantıksal, rasyonel ve bilinçli aklımızın ötesine giderek daha derinlemesine araştırma yapmadan olanaklı değildi.

"Darwin'in kuramı bir yandan da Pandora'nın kutusunu açmıştı. Artık kim olduğumuzu bilimsel olarak düşünmek, bütünüyle mantıksal, rasyonel ve bilinçli aklımızın ötesine giderek daha derinlemesine araştırma yapmadan olanaklı değildi."


1


2

Sağda: Darwin'in duygulara ilişkin kitabından çarpıcı fotoğrafların yer aldığı bir başka sayfa görülüyor. Kitap, lüks ve pahalı bir baskıyla yayına hazırlanmış ancak 5.000 kopyadan çok satılınca çoksatarlar arasına katılmıştı.



3



4



5



6



7

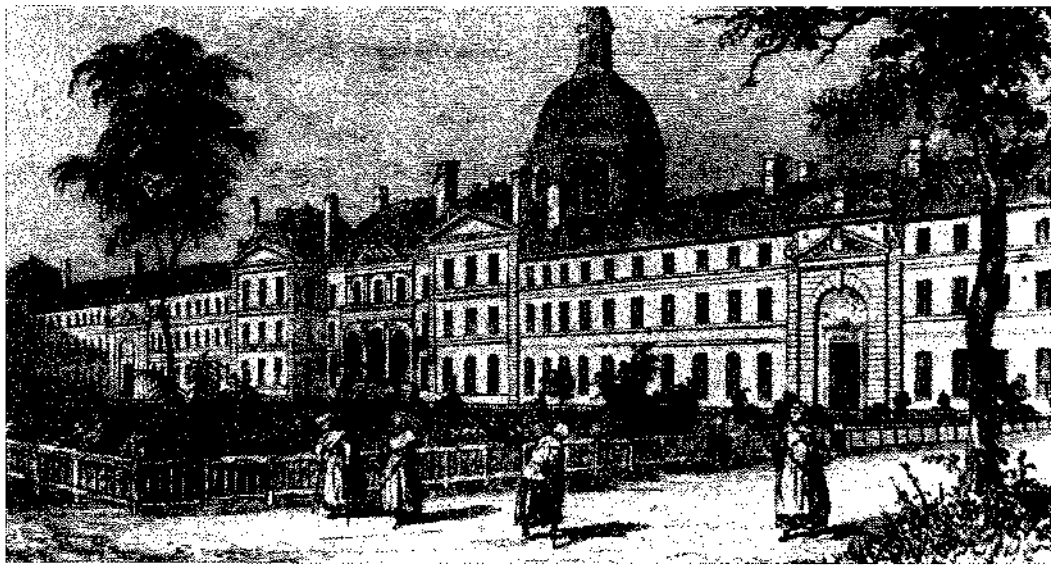
ALTINDA YATAN ŞEY



Jean-Martin Charcot
1825–1893

19. yüzyılda akıl hastanesinde geçecek korku filmi çekmek isteyen bir film yönetmeninin, esinlenmek için, Paris'teki Salpêtrière Hastanesi üzerine yazılanları okuması yeterli olacaktır. Aslında büyük bir barut deposu olarak tasarlanan bina zamanla fahişelik yapan, derbeder yaşamlar süren ya da istenmeyen kadınlar için dev bir hapishaneye dönüşmüştü. Hastanenin adı barutun içindeki malzemelerden biri olan güherçileden geliyordu –*salpêtre*, güherçile anlamına gelir. Devrim'den sonra, bina akıl hastanesi olarak kullanılmaya başlandı. Ancak bu hastanede, rastgele bir araya getirilmiş binlerce hastaya hayvandan farklı bir muamele yapılmıyor, hastalar çoğu zaman duvara zincirleniyordu. Binanın içinde egemen olan duygusal karmaşa düş gücünü zorlayan bir noktada olmalıydı.

Bir at arabası ustasının oğlu olan Jean-Martin Charcot stajyer doktor olarak çalıştığı Salpêtrière'de başhekimlik görevini 1862'de kabul ettiğinde 37 yaşındaydı. Bu görevi coşkuyla kabul etmişti. Charcot, "Bu büyük akıl hastanesinde 5.000'i aşkın insan bulunuyor. Bu insanlar arasında yaşamları boyunca şifa bulmaz denebilecek kişilerin sayısı hiç de az değildir. Her türlü kronik hastalıkla, özellikle de sinir sistemi hastalıklarıyla mücadele eden her yaştan hasta var," diye yazmıştı. "Üzerinde çalışmaya uygun klinik tipler kendini çok sayıda örnekle gösteriyor. Böylece kategorik bir hastalığı tüm evreleri boyunca izleme olanağı var. İşin doğrusu, herhangi bir hastalığı olan hastanın yatağı boşaldığında hiç zaman kaybetmeden aynı hastalığı olan başka biri geliyor. Bir başka deyişle, hiç tükenmeyen kaynakları olan sanki canlı bir patoloji müzemiz var." Maymun besleyen Charcot, hayvanlar üzerinde yapılan deneylere karşı olduğunu belirten bir işareti gururla ofisine asmıştı. Sonuçta, elinin altında gereksinim duyacağından daha çok insan kobay vardı. Her hastayı inceliyor, belirtilerin ilerleyişini özenle not ediyor, hastalar yaşamlarını yitirdiğinde de beyin ve sinir sistemlerinin fiziksel durumunu kaydediyordu. Yine de Charcot insancıl biriydi. Nörolojinin geliştirilmesinde hastanenin taşıdığı büyük potansiyeli fark eden Charcot hastalarının yaşamlarını daha



Aşağıda: 1656'da XIV. Louis'nin Paris'te kurdurttuğu Salpêtrière Eğitim Hastanesi, adını, bir zamanlar aynı yerde bulunan barut imalathanesinden alıyordu.



Sağda:
Charcot'nun döneminde plansız kasılmaların ve kas koordinasyon bozukluğuna bağlı titremelerin tedavisinde yaygın kullanılan yöntemlerden biri, kolların altından geçen kayışlar yardımıyla hastanın havaya kaldırılmasıydı. Tedavinin kalıcı bir etkisi yoktu.

katlanılabilir hale getirmeye çalıştı. Yaptığı ilk işlerden biri farklı zihinsel ve sinirsel rahatsızlıkları sınıflandırmak oldu. Örneğin, Parkinson hastalığı olanlar psikotik rahatsızlıkları olanlardan ayrılmışlardı.

Charcot'nun elinin altındaki "kaynaklarla" yapabileceklerinin farkına varması ve elinin altındaki uçsuz bucaksız gözlem olanakları (multipl skleroz hastası bir kadını çaycısı olarak işe almış, böylece hastanın fiziksel olarak kötüye gidişini sürekli gözlemleyebilmişti) sayesinde sinirsel rahatsızlıkların anlaşılmasında çok sayıda büyük buluşa imza atabilmiş, çeşitli fiziksel yeteneklerin beynin hangi bölümleriyle ilişkili olduğunu saptayabilmişti. Gerçekten de Charcot nörolojiyi, uzmanlık gerektiren bir disipline çeviren kişi olarak kabul edilir. Hatta Paris Tıp Fakültesi'ndeki sinir sistemi hastalıkları kürsüsü özel olarak onun için kurulmuştu.

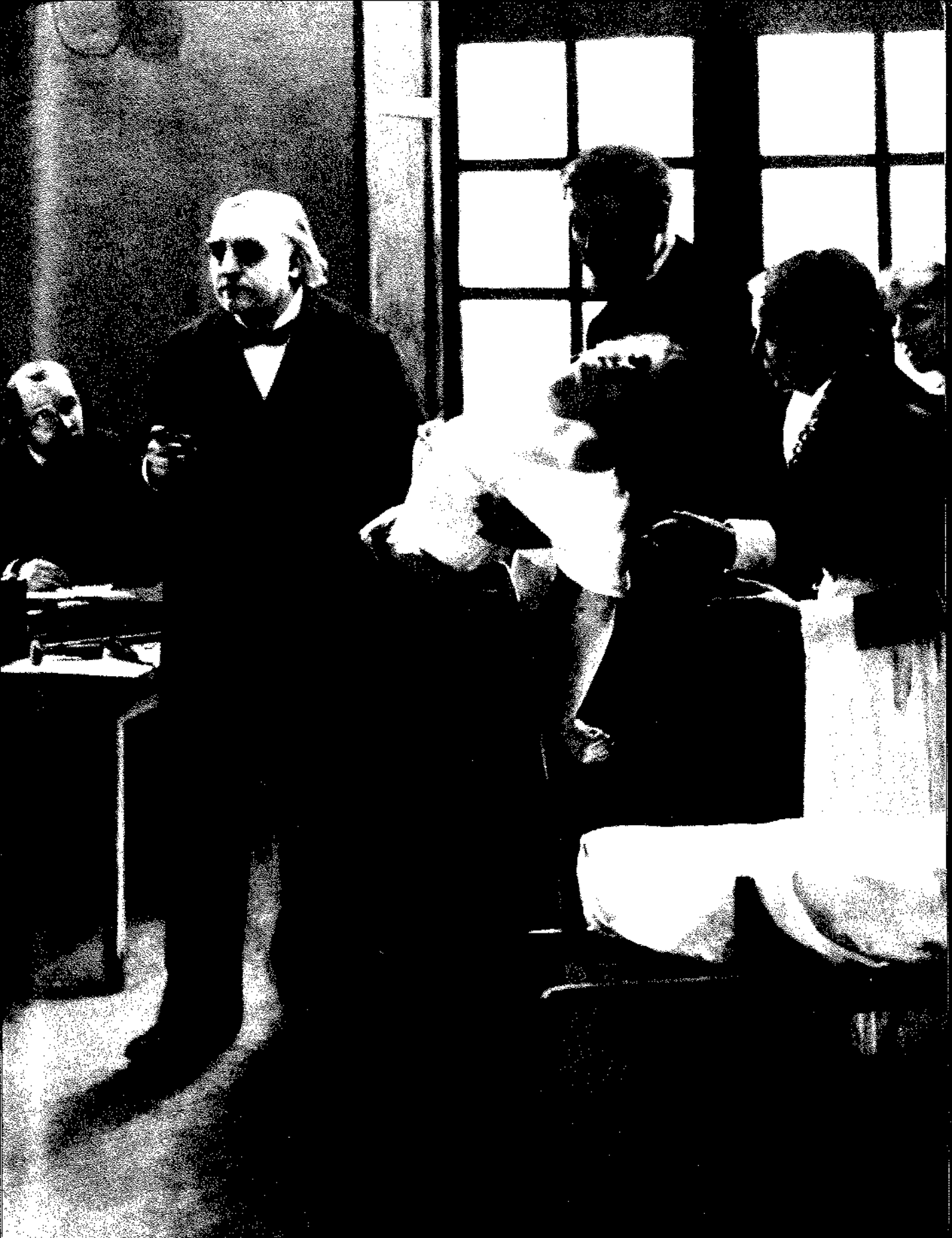
Charcot genelde sert tutumlu bir nörolog olarak bilinse de hipnotizma çalışmalarıyla dikkat çekmişti. Charcot hipnotizmayı önemli bir tedavi yöntemi olarak kullanan ilk kişilerden biriydi. Elektriğin öneminin anlaşılması, görünmeyen, genellikle ruhani ve aslında olanaksız güçlere karşı yeni bir ilgi uyandırdığından 19. yüzyıl kimi zaman "sinirlerin yüzyılı" olarak da anılır. Ruhsal bozuklukların tedavisinde gösterdiği potansiyel nedeniyle mesmerizm, manyetizma ve metalürji alanlarında incelemeler ve deneyler yapılmıştı. Tüm bu alanlarda kendisi de deneyler yapan Charcot'yu asıl etkileyen hipnotizma olmuştu. Histerinin fiziksel değil de zihinsel bir hastalık olduğuna karar veren Charcot hipnotizmanın histeri tedavisinde etkili olabileceğini düşündü. Charcot bir kişilikten bir başkasına geçiyor gibi görünen hastalarında olduğu gibi hipnotizma yoluyla farklı kişiliklerin ortaya çıkarılabileceğine inanıyordu. Charcot'nun Paris sosyetesinden Blanche Wittmann adlı hastası güçlü bir histeriye yakalanmış, dış dünyadan korkar olmuştu. Wittmann'ın hipnotizmaya önemli ölçüde yanıt verdiği görüldü. Sakin ve doktorun önerilerine açık bir hal aldığı uyurgezer duruma geçmesi sık sık başka tıp adamlarının da tanık olduğu bir şeydi. Charcot, hipnotize olmuş hastasının bir otomata dönüşmediği, yalnızca alternatif bir benlik sergilediği konusunda ısrarcıydı. Kalabalık bir seyirci topluluğu önünde gerçekleştirilen bir deneyde Charcot, Blanche'a plastik bir bıçak vererek seyircilerin utanç verici günahlarından bahsetti. Charcot, kadından, seyircileri bıçaklamasını istedi. Blanche'ın büyük bir iştahla içine girdiği düşsel öldürme âleminden sonra Charcot, Blanche'a odada kimsenin bulunmadığını ve banyo yapmak için soyunması gerektiğini söyledi. Blanche söyleneni yapmak yerine şiddetli bir histeri krizine girerek transtan çıktı.

Charcot'nun hipnotizma çalışmalarının gerçekten de tıbbi yararlar sağlayıp sağlamadığı belirsizdir. Ancak bu çalışmalar, oldukça karmaşık yapıda, çok boyutlu varlıklar olduğumuzu ve kendimizi yalnızca mantıklı ruhlar şeklinde düşünemeyeceğimizi pekiştiren bir başka kanıt olmuştu. Charcot'nun özenli gösterilerine 1885'te kendi gözleriyle tanık olmadan önce meslek yaşamının büyük bölümünü tatlı su yengeçlerinin sinirleri üzerine çalışarak geçirmiş olan Avusturyalı genç karşılaştırmalı nörobiyolog Sigmund Freud, alternatif ruhlar düşüncesinden büyülenmişti. İleride bilinçaltının babası olacak Freud da oyuna girmişti. Freud, düzenli ve ussal olduğu anlaşılan ancak hızla bir kargaşaya sürüklenen benlik duygusunu yeniden modellemeye girişti. Freud, Descartes'ın bizi biz yapanın bilinçli düşünce olduğunu söylerken temel bir hata yaptığını öne sürerek alternatif bir sav ortaya attı: Aslında bizi kontrol eden bilinçdışımızdır. Freud, temel duygularımızın tıpkı görünmeyen kukla oynatıcıları gibi düşüncelerimizi ve hareketlerimizi belirlediğini söyledi. Freud'un cinselliğin önemi, rüya yorumları ve bastırılmış anılarımızın yaşamlarımızı nasıl şekillendirdiğine ilişkin ayrıntılı savları bugün için en hafif deyimiyle, tartışmaya açıktır. Ancak yaşamlarımızın bilinçdışı denetleyicisinin ruh ya da Tanrı değil aklımızın derinliklerinde yatan bir şey olduğu yönündeki ana iddiası, "Biz kimiz?" sorusunun yanıtı için yeniden beynin fiziksel özelliklerine doğru bir yönelime neden olmuştur.



Solda: Freud, histeri tutkusunu öğrencisi olduğu Charcot'dan almıştı. Ne var ki Salpêtrière'de geçirdiği zaman onun nörolojide akademik araştırma yapmak yerine psikanalize yönelmesine neden olmuştur.

Sağda: Charcot, 1886'da Salpêtrière Hastanesi'nde histeri şikâyeti olan bir kadına ilişkin açıklamalar yaparken görülüyor. "Hastası" Blanche Wittmann'dır. Daha sonra Charcot'nun asistanı olan Wittmann, Charcot'nun ölümünden sonra da Marie Curie'yle çalışmıştır.



UFAK TEFEK ŞEYLER



Franz Joseph Gall
1758–1828

Bu döneme dek beyin tümüyle kavramsal olarak ya da makro düzeyde incelenegelmişti. Diseksiyonlarda bir bütün olarak beyin ve beynin izlenebilir bölümleri şekil ve boyut açısından inceleniyordu. Beyni oluşturan maddenin bileşimi işe yarar bir biçimde analiz edilemiyor olsa da beynin farklı bölgelerinde oluşan yaralanmaların bedenin farklı bölgeleri üzerindeki etkileri olduğu uzun bir süredir biliniyordu. Beynin işlevlerine dayanarak onu değişik bölümlere ayıran Thomas Willis'in kuramları 18. yüzyılda İskandinavyalı Emanuel Swedenborg tarafından daha da geliştirildi. Swedenborg korteksin değişik bölümlerinin bedende farklı kas gruplarını kontrol ettiğini gösterdi. Ne var ki kutsal görüşlere kendini teslim eden Swedenborg bilimle uğraşmayı bırakarak ilahiyatçı olmaya karar verdi. Sonuçta göz alıcı, öncü nörolojik çalışmaları 1772'deki ölümüne dek yayımlanamadı.

Lokalizasyon kuramlarının etkisine kapılanlardan biri de Strasbourg'da yaşayan anatomi bilgini Franz Gall'dı. Gall, korteksin farklı bölümlerinin yalnızca bedenin farklı bölümleriyle değil, kişinin karakteriyle de bağlantılı olması gerektiğini düşündü. Gall avare ruhlu biriydi. Yolculuklarına garip hayvanlardan ve refah içindeki Parisli kadınlardan oluşan bir heyet eşlik ederdi. (Söylemekten her zaman keyif aldığı gibi onu "ne günahları ne de dostları terk edecekti".) Beynin çalışmasına yönelik merakı henüz dokuz yaşındayken, patlak gözlü sınıf arkadaşının ezberlemeleri gereken sözcükleri anımsamada kendisinden daha başarılı olduğunu fark ettiğinde ortaya çıkmıştı. Başka böcek gözlü çocukların da ortalamanın üzerinde bir anımsama yeteneği olduğunu fark edince bu özelliğin bellekle ilintili olması gerektiği sonucuna vardı. Bir bilim insanı olduğundaysa beynin iç bölümleri üzerine çalışarak bazı sonuçlara ulaşmak için çok çabaladı; ancak bunda başarılı olamadı. Korteksin değişik alanlarının zihinsel yeteneklerle ilişkisini anlamanın yolunun insan kafalarının boyut ve şekillerini karşılaştırmaktan geçtiğini düşündü. Bazı zihinsel özellikleri olan dört yüzü aşkın kişinin kafataslarını inceleyen Gall, renk duyusundan etçil içgüdülere kadar 27 farklı özellikle ilişkili korteks bölgesini saptadı.

Gall'ın düşünceleri öylesine tuhaf ve ölçüsüzdü ki 1801'de son Kutsal Roma İmparatoru II. Franz, onun insan kafası şekilleri üzerine yaptığı çalışmaları yayımlamasını yasakladı. İmparator aksi takdirde Gall'ın kafasının da tehlikede olduğu tehdidinde bulunmaktan geri durmadı. Yine de Gall yarattığı düşünce sistemiyle o dönemin en etkili bilim insanlarından biri oldu. Yaklaşık yüz yıl boyunca kafaları "hatalı oranlarda" olan insanların yaşamları zehir olacaktı. Gall'ın yöntemlerinde birçok kusur bulunsa da beynin farklı bölgelerinin lokalizasyonuna ilişkin teorisi 19. yüzyıl boyunca ateşli bir biçimde tartışıldı. Fransız fizyolog Jean Pierre Flourens, Gall'ın hatalı olduğuna karar verdi. Beyinde yalnızca üç işlevsel bölge vardı: hareketleri kontrol eden beyincik, yaşamsal fonksiyonlarla ilgili soğanlık, bir de algı ve zihinsel yeteneklerle ilgili olan beyin korteksi. Flourens üçüncü bölgeyle ilgili savını, beyin yarıkürelerini cerrahi bir müdahaleyle çıkarttığı bir güvercinin yaşamayı sürdürmesini sağlayarak kanıtlamaya çalıştı. Gerçekten de güvercin kör, sağır, genel itibariyle koma halinde ve düşünmeden yoksun olsa da yaşamsal ve motor fonksiyonlarını sürdürebiliyordu. Bunun üzerine hummalı bir tartışma daha ortaya çıkmıştı: Acaba beyin farklı bölgelere ayrılabilir mi yoksa, beyin birbiriyle bağlantılı parçalardan oluşan büyük bir kitle olarak mı görevini yerine getiriyor?



Paul Broca
1824–1889

Bilim insanları kamuoyunun genel olarak hoşlanmadığı bir işe, canlı kaplumbağa, tavşan ve köpek beyinlerini deşmeye başladılar. Alman Friedrich Goltz, beyin korteksinin büyük bir bölümünü aldığı bir av köpeğini 18 ay boyunca yaşatmayı başardı. Başka bilim insanlarıysa kafataslarını açıyor, kimyasal madde, neşter ya da elektrik şoku kullanarak beynin farklı bölgelerini uyarıyorlardı. Lokalizasyon kuramının doğruluğu giderek kendini daha çok hissettirse de henüz genel bir görüş birliğine varılamamıştı.

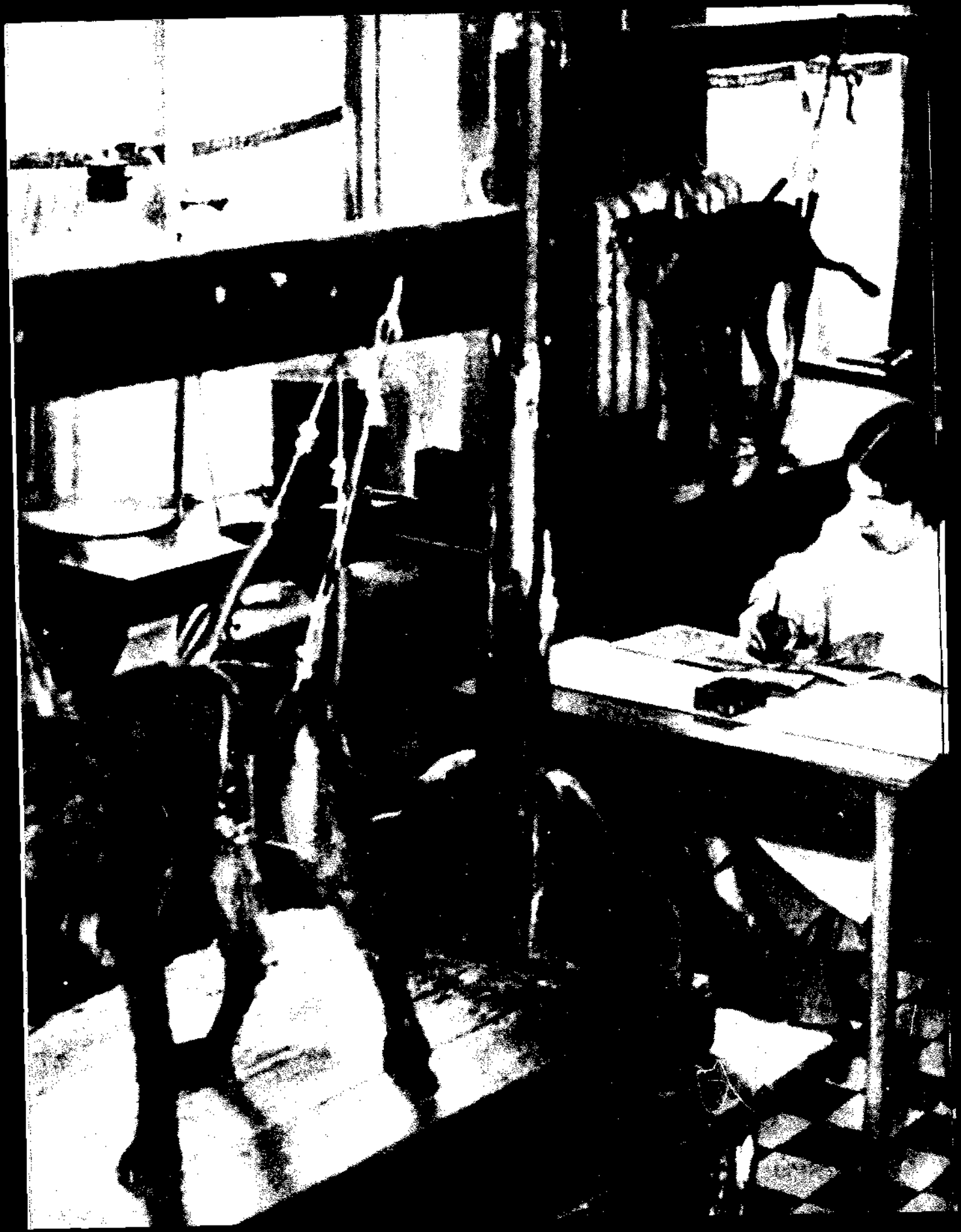
En sonunda 1861'de Paul Broca, konuşmadan sorumlu bölgenin ön lob olduğunu gösterdi. Böylece özel bir fonksiyonla ilişkisi olduğu hemen hemen herkesçe kabul edilen ilk bölge beynin bu bölgesi oldu. Bu arada Aberdeen'den David Ferrier adındaki nörolog, ilahi bir kurama inananlarla lokalizasyon görüşünü savunanlar arasında bir uzlaşı oluşması gerektiği düşüncesindeydi. Canlı köpek ve maymunlar üzerinde yaptığı deneyler sonrasında Ferrier şu sonuca vardı: "Akılla ilgili olgular ve bu olgulara dahil olan hareket ve duyulara dayalı alt katmanların karmaşıklığından dolayı her iki etkeni birden dikkate almayan bir zihinsel yetenekler lokalizasyon sistemi son derece hatalı olacaktır." Ferrier beynin hiçbir bölgesinin akıldan sorumlu olmadığı yargısına varırken daha dar anlamdaki bazı fonksiyonlara ait bölgeler olabileceğini öne sürdü. Verdiği bu altın öğüdün karşılığı, Ferrier canlı hayvanlar üzerinde gerçekleştirdiği sayısız deneyden usanan hayvan hakları savunucularınca mahkemeye verilmek oldu.

Viktorya döneminin sonlarına gelindiğinde nöroloji ve aklın işleyişine ilişkin bilgiler sinir bozucu bir biçimde karmaşıklığını koruyordu. Öteki bilim alanlarının hepsinde yapılan onca keşfe karşın, iş beyin konusuna gelince elde hâlâ yanıttan çok soru vardı. Beynin sırlarından bazılarını açıklığa kavuşturacak alet, kuvvetli bir mikroskop sonunda kendini gösterdi. Ne var ki bu aletin kullanıma girmesi için daha önce başka gelişmelerin olması gerekiyordu.

PSİKOCERRAHİ

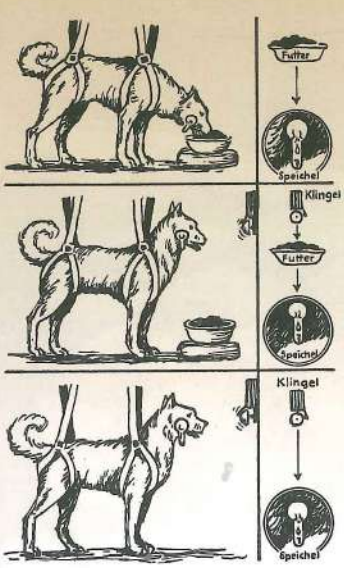


Phineas Gage 1848'de Vermont'ta, Rutland'dan Burlington'a kadar uzanan demiryolu hattının inşaatında çalışan bir kalfaydı. Gage, günün birinde bir kayanın yüzeyindeki derin oyuğa büyük miktarda patlayıcı yerleştirirken umulmadık bir anda bir kıvılcım çakıverdi. Toz duman yatışırken Gage de beyninin ön loblarına saplanmış sıkıştırma şişi (yaklaşık 1 m boyunda, 4 cm çapında demir çubuk) olduğu halde tepeden aşağı yuvarlanıyordu. İnanılması güç bir şekilde Gage hayatta kalmayı başardı. Ne var ki Gage'in kişiliği öylesine büyük bir değişime uğradı ki artık onu ne dostları ne de ailesi tanıyabiliyordu. Bir zamanların sorumluluk sahibi, sevilen adamı gitmiş yerine kaba, soğuk bir bödük gelmişti. Gage'in üzerine çokça çalışma yapılan iyileşme ve kişilik değişimi süreci kimi bilim insanlarını, bazı psikolojik sorunları tedavi etmek için beyne cerrahi müdahale yapılabileceğine, hatta yapılması gerektiğine inanmaya yöneltti. Özellikle ön lobların beynin öteki bölümlerinden ayrılması sonucunda kişinin daha kaygısız ve katı olabileceğine ilişkin kuşkuların ortaya çıkmasıyla bu görüş daha da ağırlık kazandı. 20. yüzyılın ortalarında Washington'daki bir akıl hastanesinde laboratuvar yöneticiliği yapan Walter Freeman bu düşünceye ciddiyetle eğildi. Yükümlülüklerinin getirdiği mutsuzluğu ve hezeyanı dindirebilmek için kendini "göz çukuru lobotomisi" yöntemini geliştirmeye verdi. Freeman kullandığı sıradan buz kıracağıyla hastanın gözyaşı kanalına giriyor, sonrasında sağa sola oynattığı buz kıracağıyla beyin dokusunu parçalıyordu. Çoğu zaman hastaları Phineas Gage'den daha kötü bir duruma düşseler de Freeman elde ettiği ün sayesinde 1936 ile 1967 arasında hiçbir kurala tabi olmayan 3.000'i aşkın "psikocerrahi" ameliyatı gerçekleştirdi.



PAVLOV'UN KÖPEĞİ

Ivan Petroviç Pavlov modern psikolojinin beklenmedik kurucusudur. Bir köy papazının oğlu olan Pavlov'un da düşü ruhban sınıfına katılmaktı; ancak papaz okulundan ayrılarak St. Petersburg Üniversitesi'ne kaydoldu. Fizyolog olduğu bu üniversitede Pavlov mide ve sindirim sistemi üzerine uzmanlaştı ve 1904'te Nobel Ödülü kazandı. Yine de Pavlov'un adının asıl anımsanmasını sağlayan şey, rastlantı eseri yaptığı bir gözlemdir. Pavlov'un laboratuvarındaki köpekler kendilerine yemek verileceği beklentisine girdiklerinde ağızlarından salya akıtıyordu. Ancak işin ilginç yanı bu durum yalnızca köpekler yemeği gördüğünde ya da yemeğin kokusunu aldığında değil laboratuvar önlüğü içinde birini gördüklerinde de gerçekleşiyordu. Köpeklerin et parçalarıyla onları besleyen adamı ilişkilendirdiklerini düşünen Pavlov şu soruyu sordu: Acaba beyne yeni refleksler öğretilebilir miydi? Pavlov bu düşünceyi sınamak için köpeklerin beslenme zamanı geldiğinde bir ses çıkardı (söylence Pavlov'un bu iş için bir zil kullandığı yönündedir, ancak diyapazon kullandığı, hatta köpeklere elektrik şoku verdiği bir gerçektir). Pavlov kısa bir süre sonra, köpeklerin yemekle ilişkilendirmeyi öğrendikleri yeni uyarımı duyumsadıkları anda salyalarının akmaya başladığını gösterdi. Bu tepkiler "şartlı" olabilirdi. Hayvanların ve insanların herhangi bir şeyi istemsizce yapmaları için eğitilebilecekleri düşüncesi davranışların daha nesnel incelenmesinin yolunu açtı.



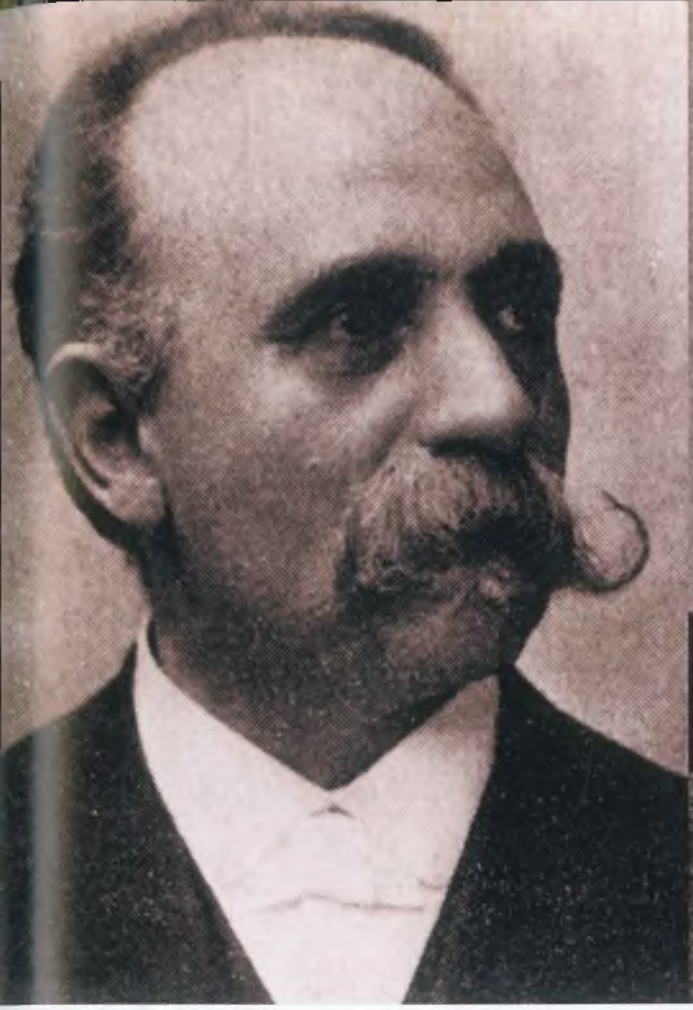
Geri planda: Pavlov'un 1904 dolaylarında hayvanlardaki mide salgılamaları üzerine çalıştığı laboratuvarı görülüyor.

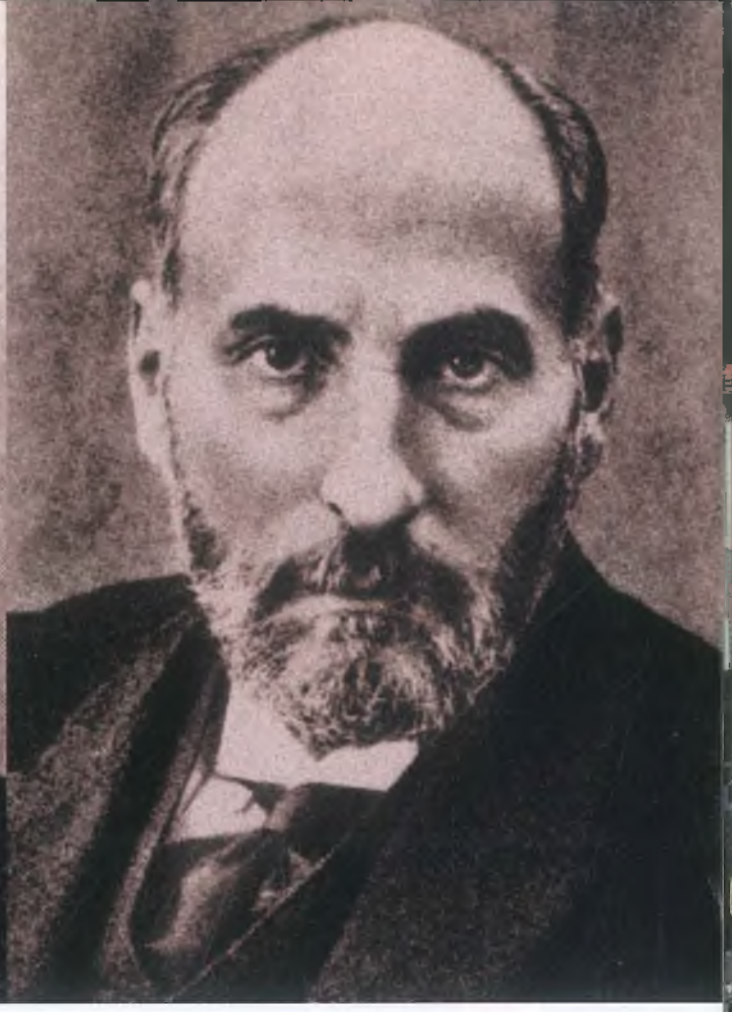
AĞA TAKILDI

Beynin gerçek yapısının keşfedilmesini sağlayan iki kişi farklı ülkelerde yaşamış, hiç karşılaşmamış ve hatta 1906'da birlikte Nobel Ödülü'nü kazanana dek hiç yazışmamışlardı. Camillo Golgi, İtalya'nın Lombardiya bölgesinde 1843'te dünyaya geldi. Pavia Üniversitesi'nde anatomi eğitimi alan ve etkileyici bir bıyığı olan Golgi İtalya'nın uzak bir bölgesinde, ölümcül hastalara hizmet veren bir hastanede çalışmaya başladı. Bu görevi kabul etmesinin nedeni inzivaya çekilmek ya da klinik işlere olan hayranlığı değil üniversitede araştırmacı pozisyonunda elde edemeyeceği bir iş güvencesine sahip olmaktı. Yine de Golgi, adını duyurmaya kararlı olduğundan hastanedeki küçük bir mutfağı, içinde mikroskobu da olan bir laboratuvara çevirdi.

İkilinin öteki üyesi Santiago Ramón y Cajal bir berber-cerrahın oğluydu. O dönemlerde berberlerin tıbbi müdahalelerde bulunması olağan bir durumdu. Cajal'ın sanatçı olma isteği yeteneksiz olduğunun söylenmesiyle sona ermiş, öğretmenleri de onun ahmak olduğunu düşünmüşlerdi. İspanya'nın Pireneler bölgesinde yaşayan Cajal okuldaki sıkıntısını, ağaç gövdesinden oyduğu topla komşunun kapısını yerle bir ederek geçirmeye çalışınca kısa bir süreliğine hapse de girmişti. Çırak olarak çalıştığı ayakkabıcıdan kovulduğu dönemdeyse kendisinin ve babasının mezarlıkta bulduğu kemiklere duyduğu merak tıp fakültesine gitme kararı almasıyla sonuçlandı. İspanyol ordusunda cerrah olan Cajal, Küba'da görev yaptığı dönemde vereme ve sıtmaya yakalandı. Ülkesine dönen Cajal anatomi öğretmeni oldu ve yoğun olarak hücrelerle ilgili çalışmaya başladı.

Hücre kuramı –canlıların bütünüyle bağımsız birimlerden oluştuğu görüşü– 1838'de ortaya konmuş ve giderek daha çok kabul görmeye başlamış olsa da beynin hâlâ özel ve farklı bir şey olduğu düşünülüyordu. İlk mikroskoplarla yapılan incelemeler, beynin, öteki dokuların petek görünümüyle hiç uyuşmayan bir yapıda olduğunu göstermişti. Tersine beyin, birbirine dolanmış ipliklerin oluşturduğu koca bir yığına benziyordu. Bu iplerin, protoplazmik uzantıların birbirine bağlanarak kaynaştığı (o dönemde sinir hücrelerinin dallanmış uçları –dendritler– biliniyordu) sürekli bir ağ oluşturduğu düşünülüyordu. Golgi, bu "ağsı" kurama büyük bir tutkuyla bağlıydı. Ancak gerçekte neler olup bittiğini görebilmek oldukça güçtü çünkü hem mikroskoplar yeterince güçlü değildi hem de beyni oluşturan dokuları birbirinden ayırt etmek kolay değildi. Golgi çözümün peşine düştü. Bu arada Joseph von Gerlach'ın ufalanmış böceklerden elde ettiği ve yaygın biçimde kullanılan şarap kırmızısı boyasından daha iyi bir boyar madde geliştirmesi gerekiyordu ve fotoğraf tabı işlemlerinden etkilenerek gümüş nitratla denemeler yapmaya başladı. Mikroskobundan beynin kesitine baktığında bugün hâlâ tam olarak anlaşılamayan nedenlerden dolayı yaklaşık her 30 hücreden birinin siyaha dönüştüğünü ve sarı zemin üzerinde kolaylıkla görülebildiğini fark etti. Golgi uzun ve kısa sinir hücresi gövdelerini (akson) ilk kez gözlemleyebilmişti. Bu aksonlar sonraları onun anısına Golgi I ve Golgi II olarak anılacaktı. Ne var ki hücre uçları yine belirsizliğini koruyordu ve Golgi, dallanmadan –ipliklerin doğasından– duyduğu memnuniyetle ağsı kuramın ortaya koyduklarıyla yetindi.





Yukarıda solda: Camillo Golgi, 1843-1926. Golgi'nin mikroskobik çalışmaları, beynin yapısından proteinlerin işlenmesinde görev alan ve Golgi aygıtı adı verilen küçük ama önemli yapıyı keşfettiği hücre içine kadar çok geniş bir alana yayılıyordu

Yukarıda sağda: Santiago Ramón y Cajal, 1852-1934. Cajal, sanatsal becerileri ve titiz gözlemleri sayesinde mikroskobik beyin yapılarının hiç eskimeyen çizimlerini yapmıştı.

1887'de Barcelona'da çalışan Cajal, Golgi boyasıyla elde edilmiş örneklere rastladığında bu konuda daha çok deney yapılması gerektiğini düşündü. Boyanın, miyelin kılıfı olarak adlandırılan yağlı tabakanın bulunmadığı hücrelerde daha iyi sonuçlar verdiğini fark eden Cajal deneylerinde embriyon ve kuşların beyin hücrelerini kullandı. Bu hücreler mikroskop altında çok daha net görünüyordu ve Cajal sinirlerin bir ağla birbirine bağlı olmadığını, her birinin ayrı birer varlık olduğunu görebilmişti. Bazı sinirler birbirinin üstüne biniyor, bazılarının da boşta kalan uçları görülebiliyordu. Cajal sinir hücrelerini keşfetmişti. Kısa bir süre sonra sinyalin her zaman dendritten aksona doğru taşındığını gösterecekti (dinamik polarizasyon ilkesi). Artık beyindeki yollar tam anlamıyla çıkarılabilirdi. Cajal 1906'da Golgi'yle birlikte Nobel Ödülü'ne layık görüldü. İtalyan bilim insanı, İspanyol ortağına bir silah arkadaşı gibi davranmak yerine yaptığı konuşmada ona saldırdı. Sinir hücresi kuramının doğru olduğuna ikna olmamış, beynin daha çok bir ağ gibi çalıştığı düşüncesine dört elle sarılmıştı.

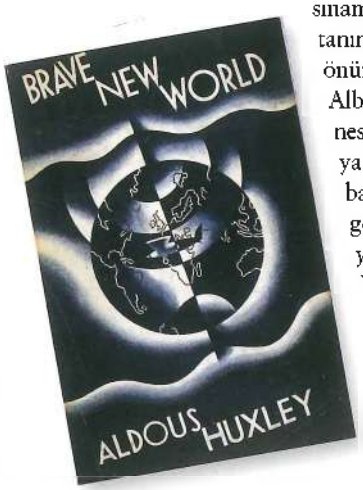
"İlk mikroskoplarla yapılan incelemeler, beynin, öteki dokuların petek görünümüyle hiç uyuşmayan bir yapıda olduğunu göstermişti."

YENİ YÜZYILIN KÂŞİFLERİ

20. yüzyılda beynin çalışmasına ilişkin bilgimiz bir yandan inanılmaz boyutlara ulaşırken bir yandan da laiklik anlayışı kendini daha çok hissettirir oldu. Sinir hücresinin keşfi –ve beynimizin akıllara durgunluk veren karmaşıklıkta bir elektrik sinyalleri ağı olduğunun anlaşılması– ile birlikte ilahi bir ruhun kendini yüz milyarlarca basit hücre biçiminde gösterebileceğini düşünmek gittikçe güçleşti. Kimileri için I. Dünya Savaşı'nda yaşanan gaddarlıklardan sonra sevgi dolu bir Tanrı'nın varlığını kabul etmek bile güçken başkaları içinse Avrupa'daki hastaneleri dolduran çatlak beyinler araştırma yapmak için altın bir fırsat sunuyordu. Sinirsel incelemeler konusunda uzmanlaşan İrlandalı Gordon Holmes, Batı Cephesi'nde kafalarının çeşitli yerlerinden bölgesel yaralar almış iki bini aşkın kişi üzerinde çalışmıştı. Sıçanların ve kurtçukların cirit attığı sahra hastanelerinin cehennemi andıran ortamlarına aldırmayan Holmes gece geç vakitlere dek kurşunların kafatasında bıraktığı izleri takip ediyor, yaraların bahtsız askerler üzerinde ne gibi etkileri olduğunu not ediyordu. Ancak tıp kitaplarına çok sayıda yeni sendrom eklemesinin nedeni klinik dürüstlüğü ve hastaneleri dolduran inanılmaz sayıdaki askerler değildi. Artık Holmes ve geleceğin tüm beyin kâşiflerinin ellerinin altında İngiliz sinirbilimci Charles Scott Sherrington'ın çalışması bulunuyordu. 1906 tarihli makalesinde Sherrington, sinyallerin bir sinir hücresinden bir başkasına sinaps adı verilen kimyasal köprülerle aktarıldığını ortaya koymuştu. Bu keşifle, birleşik beyin fonksiyonlarındaki büyük bulmacanın son parçası da yerine yerleştirilmiş oldu.

"20. yüzyılda beynin çalışmasına ilişkin bilgimiz bir yandan inanılmaz boyutlara ulaşırken bir yandan da laiklik anlayışı kendini daha çok hissettirir oldu."

20. yüzyılın başlarında "Biz kimiz?" sorusunda da ileriye doğru büyük adımlar atıldı. 1913'te psikoloji, kuramsal bilinçdışılığın Freudcu incelemelerden daha bilimsel bir oyun alanına ulaşmanın mücadelesini veriyordu. Amerikalı psikolog J. B. Watson "Davranışçı Manifesto" adını verdiği çalışmasını yayımladı. Bu yapıt, yalnızca ölçülebilir olanlar üzerinde çalışarak disiplinin daha nesnel hale getirilmesi için açık bir çağrıydı. Watson psikolojiye ilişkin düşüncelerini John Locke'un çalışmasına dayandırarak insanların, bir deneyimler toplamı olmaktan çok girdi çıktı şeklinde çalışan makinelere benzediğine inanmıştı. Bu düşüncesini sınamaya karar verdi. Ivan Pavlov'un köpekler ve sosis parçaları kullanarak hayvanların zil çaldığında salyalarını akıtacak şekilde "şartlanabileceklerini" gösterdiği ünlü deneylerinin izinden giden Watson, insan yavrusunun da benzer biçimde şartlandırılıp şartlandırılamayacağını sınamak istedi. Watson bu iş için sağlıklı ve duygusuz olarak tanımladığı Albert adında dokuz aylık bir bebek buldu. Bebeğin önüne beyaz bir farenin yanı sıra, farklı nesneler konmuş ancak Albert hiçbirine karşı bir korku belirtisi göstermemişti. Bu nesneler ortamdan uzaklaştırıldıktan sonra Watson bebeğin yatağının yanı başında bir çekiçle levyeyi birbirine vurmaya başlamıştı. Çıkan rahatsız edici sesler yüzünden Albert gözyaşlarına boğuldu. Birkaç gün sonra fare Albert'a yeniden gösterildi ancak çocuk ne zaman fareye dokunsa Watson çekiçle levyeye vuruyordu. Çok geçmeden Albert farenin gelişiyle korkutucu ses arasında bir ilişki kurmaya başladı. Albert ne zaman fareyi görse Watson artık çekici kullanmıyor olsa da ağlamaya başlıyordu.



Solda: Aralarında Orwell ve Huxley'nin yapıtlarının da bulunduğu 20 yüzyılın ortalarına ait spekülatif romanlar, beyne ilişkin mekanik kuramlardan kaynaklanabilecek karanlık sonuçları ele alıyordu.

Albert'ın annesi olan bitenden kuşkulanıp Watson'ı oğlundan uzaklaştırınca deney planlanandan erken sona erdi. Yine de Watson deneyinde başarıya ulaştığını düşünüyordu. Şöyle yazmıştı: "Bana bir düzine sağlıklı, iyi gelişmiş bebek ve onları istediğim gibi yetiştireceğim bir dünya verin. Bebeklerden rastgele seçeceğim birine yetenekleri, düşkünlükleri, eğilimleri, becerileri ve atalarının geldiği ırk ne olursa olsun herhangi bir uzmanlığa sahip –doktor, avukat, ressam, tüccar, patron ve evet, hatta dilenci ya da hırsız– olacak biçimde eğitim verebileceğim konusunda sizi temin ederim." Watson'a göre "kim olduğumuz" yalnızca yaşamlarımız boyunca kurduğumuz ilişkilerden süzülerek gelenlerle düşünmeye şartlandığımız şeylerle ilgiliydi. Aklımızın bütünüyle önceden kestirilebilir, dolayısıyla eğitilebilir olduğu düşüncesi Aldous Huxley'nin *Brave New World* (Cesur Yeni Dünya) ve George Orwell'in *Nineteen Eighty-Four* (Bin Dokuz Yüz Seksen Dört) adlı yapıtlarının da aralarında bulunduğu bazı çağdaş dönem romanlarında rahatsız edici bir etken olarak kullanıldı.

Aşağıda: Burada, New York'taki Times Square'de 1936'ya girilirken gerçekleştirilen kutlamalar görülüyor. Her yeni yılla birlikte bilimsel keşifler artarak devam ediyor. 21. yüzyıl da tıpkı 20. yüzyılda olduğu gibi bilimsel bilgideki inanılmaz artışa tanıklık edecek gibi görünüyor.





Bununla birlikte Davranışçı kampta yer alan herkes Watson'ın insanlığa ilişkin basitleştirilmiş görüşünü kabul etmiyordu. Amatör bir mucit olan Harvardlı fizyolog Burrhus Frederic Skinner, insanların ne kadar genç olursa olsun bir girdi-çıktı makinesi olarak görülemeyeceğini fark etmişti. Duyguların yanı sıra, usavurma da her zaman davranışı etkileyecekti. Skinner, beynin nesnel olarak çalışılabilmesi için başka bir kontrol mekanizmasının oluşturulması gerektiğine karar verdi. Getirdiği çözüm Skinner Kutusu olarak da bilinen "edimsel koşullama odası"ydı. Farklı biçimleri bugün hâlâ psikoloji çalışmalarında kullanılan bu odalar bir hayvanın (genellikle fare ya da güvercin) yerleştirildiği özel kafeslerdi. Kafeslerin içinde ödül niteliğinde lezzetli yemek parçalarının kafese düşmesini sağlayan kolların yanı sıra, elektrik veren ya da türlü cezaların uygulandığı alanlar da vardı. Bu yalıtılmış çevredeki bir hayvan bir olay karşısında belli bir biçimde davranmışsa yine benzer biçimde davranmaya devam etme olasılığı artıyordu. Davranış, bilimsel olarak incelenebilir ve hatta öngörülebilirdi.

Elbette, sonsuz seçenek, deneyim ve duygunun olduğu gerçek dünyada böylesi başarılı öngörülerde bulunma becerisinin elimizde olmadığını biliyoruz. II. Dünya Savaşı'nın fırlatma rampaları ve Almanların Enigma Şifresi'ni kırmak için verilen uğraşların ürünü bilgisayarların ulaştığı olağanüstü güce karşın, insan mantığını yerine başka bir şey koyacak kadar hâlâ tam olarak bilemiyoruz. Usavurmamız öylesine karmaşık ki hâlâ "benliğimizi" bütünüyle anlamayı başaramadık. Genellikle yapay zekânın babası olarak kabul edilen Alan Turing, savaş sırasında Britanya'da şifrelerin kırıldığı Bletchley Park'ta görevli bilim insanlarından biriydi. Turing makinelerin de düşünüp düşünemeyeceğini sorgulamıştı. Şimdiye dek bu soruya aldığımız yanıt hep olumsuz oldu. Bizler birer davranış-tepki makineleri olsak bile yapılarımız hâlâ yerine başka bir şeyler konamayacak kadar karmaşık.

Solda: Davranış çalışmalarını başlatan B. F. Skinner (burada Skinner Kutusu'nun içindeki bir denekle birlikte görülüyor) 20. yüzyılın en etkili psikoloğu olarak anılır.

YANILSAMALAR VE SİHİR

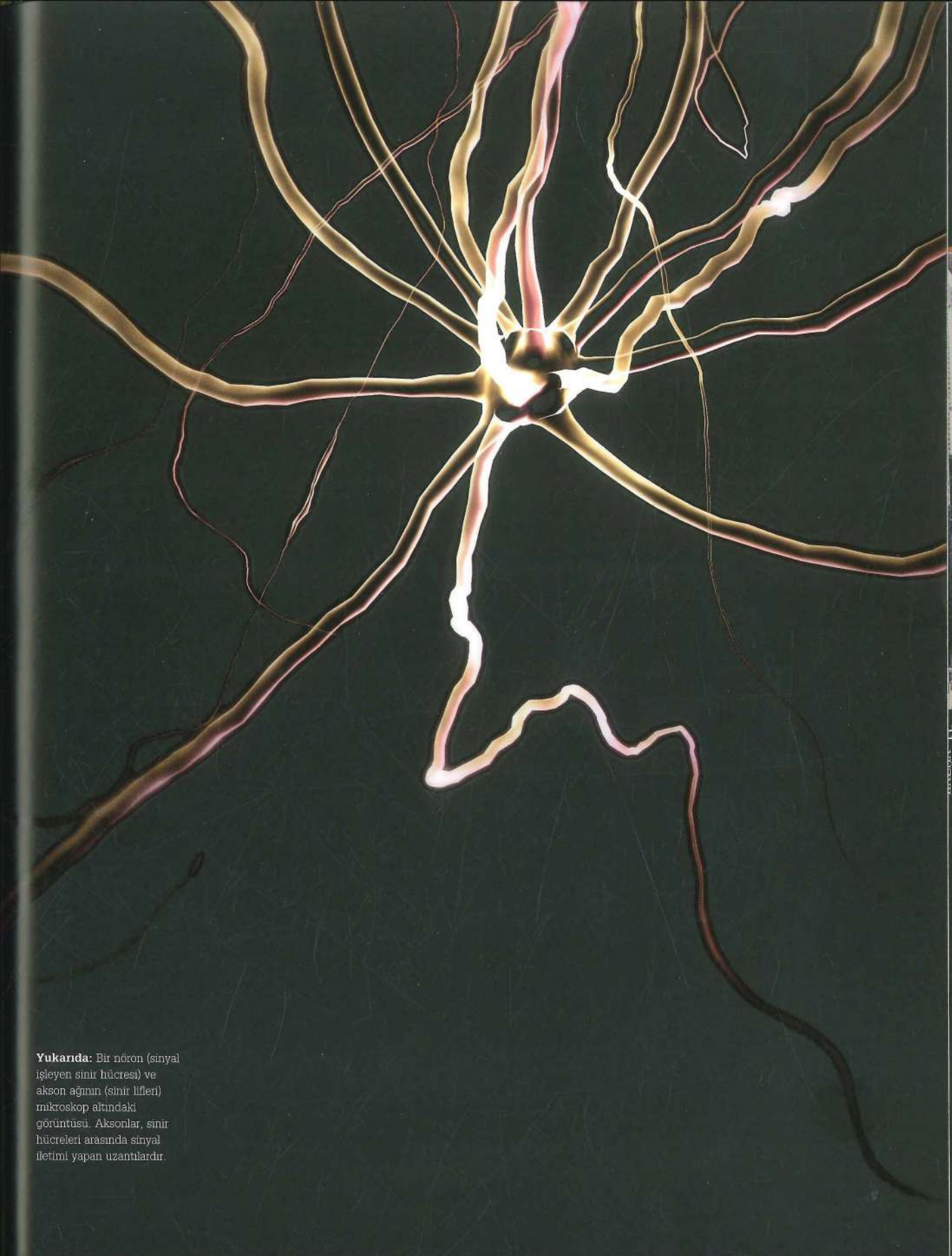
Her ne kadar gözlerimizle gördüğümüz şeye inanabileceğimizi düşünsek de algılarımız aslında hayal gücümüzden etkilenir. Aklımızda oluşan resimler her zaman gerçekliği yansıtmayabilir, hatta kimi zaman bu resimler geçmiş deneyimlerimiz ve ilişkilerimize dayanarak görmeyi beklediğimiz şeydir. Görsel yanılsamaların gerçekleşme nedeni de işte budur. Bu duruma verilebilecek basit bir örnek Sandro Del-Prete'nin "Liebesbotschaft der Delphine" (Yunusların Aşk Mesajı) adlı çizimidir. Yetişkinler bu resme baktıklarında hemen her zaman birbirine samimi bir şekilde sarılmış çıplak iki insan görürlerken çocuklar dokuz yunusun yer aldığı çok daha masum bir resim görürler. Görüşümüz ne kadar iyi olursa olsun zihnimizle gözlerimiz arasındaki iletişim çoğu zaman kusursuzluktan uzaktır. Aşağı doğru inen bir yürüyen merdivene uzun süre baktıktan sonra gözlerimizi hareketsiz bir yürüyen merdivene çevirdiğimizde yukarı doğru hareket ettiğini gördüğümüzü sanırız. Bunun nedeni, aşağı yönlü harekete tepki veren beyin hücrelerinin bir süre sonra yorularak tepkisiz kalması sonucu yukarı yönlü harekete duyarlı hücrelerin daha büyük ve bozucu bir etkisinin olmasıdır. Beynimizin olası algısıyla gerçekte olanlar arasındaki farklar, nörologlar algıya ilişkin ilkeler üzerine çalışmadan çok önceleri sihirbazlarca keşfedilmiş ve kullanılmıştır. Örneğin, sihirbazlık numarası sırasında biz sinsi bir el hareketini yakalamaya çalışırken jelatin kabın içinde, jokerlerle dolu oyun kartlarının tam deste olduğunu varsayarız. Çok basit gibi görünse de sihirbazlar, bizim oyun kartları destelerine ilişkin önceden oluşturduğumuz algıların bizi yanlış yollara sürüklemesini kullanırlar. Paketi açılmamış bile olsa bir sihirbazın elindeki destede nadiren doğru sayıda oyun kartı olacağını anımsamada yarar var.

VE GELECEK...

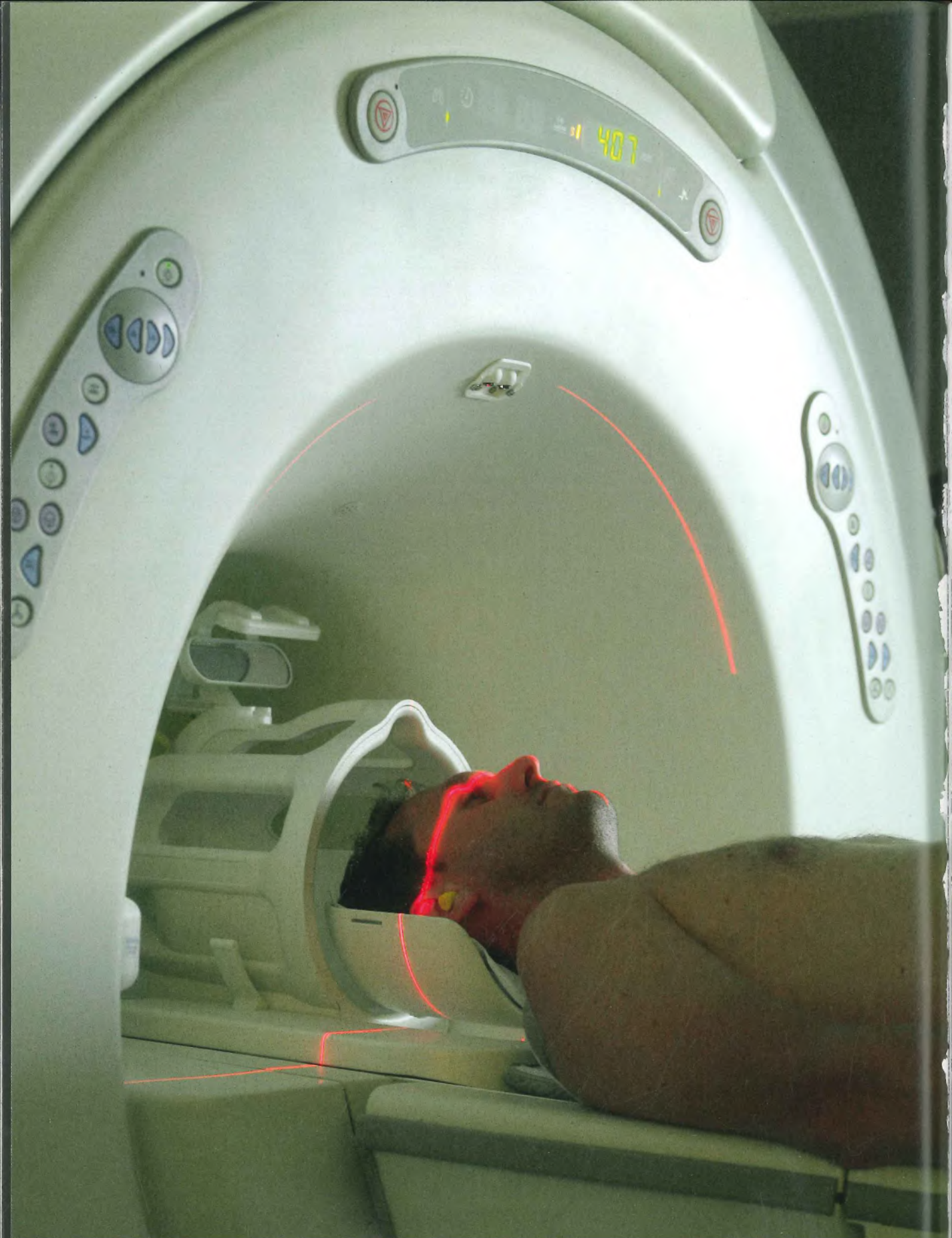
17. yüzyılda teleskopun insanın evren algısını genişletmesine benzer bir biçimde, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) örneğinde olduğu gibi modern beyin tarama yöntemleri de beynin nasıl çalıştığına ilişkin çok değerli bilgilerin kapılarını açıyor. Örneğin, artık yalnızca tek bir şeyle özel olarak ilgilenen sinir hücrelerimiz olduğunu biliyoruz. Bilim insanları, film oyuncusu Jennifer Aniston'ı düşündüğünde sinir hücreleri etkinleşen birinin varlığını keşfettiler. Benzer hücreler Bill Clinton ve Halle Berry için de var. Daha 1960'ta insanın yalnızca büyükannesini düşündüğünde etkin duruma geçen bir sinir hücresi tanımlanmıştı. Beyin tarayıcıları, iki düğmeden hangisine basmak gerekir gibi sıradan bir seçim yapıldığında bile beynin hangi bölgelerinin etkin duruma geçtiğini ortaya koyabiliyor. Böylece deney yapan kişiler deneklerin kararlarını, gözlenen kişi yapacağı seçimi daha kendisi bile bilmeden önce öngörebiliyor.

Bir yandan beynimizin karmaşık yapısını fark ederken öte yandan da beynimizin tıpkı bizler gibi kısa yollara eğilimli olduğunun bilincine varıyoruz. Örneğin, çoğu insan görmenin, tıpkı video kameraların yaptığı gibi yaşanan her şeyin olduğu gibi kaydedilmesi olduğunu düşünür. Gerçekse bundan oldukça farklıdır. Beyin kendi gerçekliğini yaratma eğilimindedir ve gördüğü birçok şeyi göz ardı eder. Şöyle bir deneme yapılmıştır: Psikoloji öğrencileri yapacakları bir görüşme öncesinde çalışma masasının arkasında bir görevliyle tanışırlar. Yüksek sesle adları söylenen öğrencilerin dikkati bir anlığına dağılırken tam bu sırada masadaki görevli başka biriyle yerini değiştirir. Öğrenciler yeniden görevliye dönerler ancak hiçbiri o an konuştukları kişinin farklı biri olduğunu anlamaz. Kazaların nedenini araştıran bilim insanları bu kısa yol tercihinin çok daha rahatsız edici çıkarımlarına ulaşmışlardır. Boş bir yolda araba kullanıyor ve uzaklara bakıyorsanız geriye doğru bakıp gözlerinizi yeniden ileriye çevirdiğinizde beyin, biraz önce ileriye bakarken gördüğü görüntünün devam ettiğini zanneder. Beyin manzaranın değiştiğini ve şimdi yolun ortasında birinin durduğunu fark edene dek önemli bir gecikme yaşanır. Bu durum değişim körlüğü olarak bilinir. Nedeniyse duyularımız aracılığıyla sürekli olarak aldığımız muazzam büyüklükteki bilginin hemen işleme sokulamamasıdır. Beyin kabuller yapmak üzere kısa yollardan gitmek zorunda kalır.

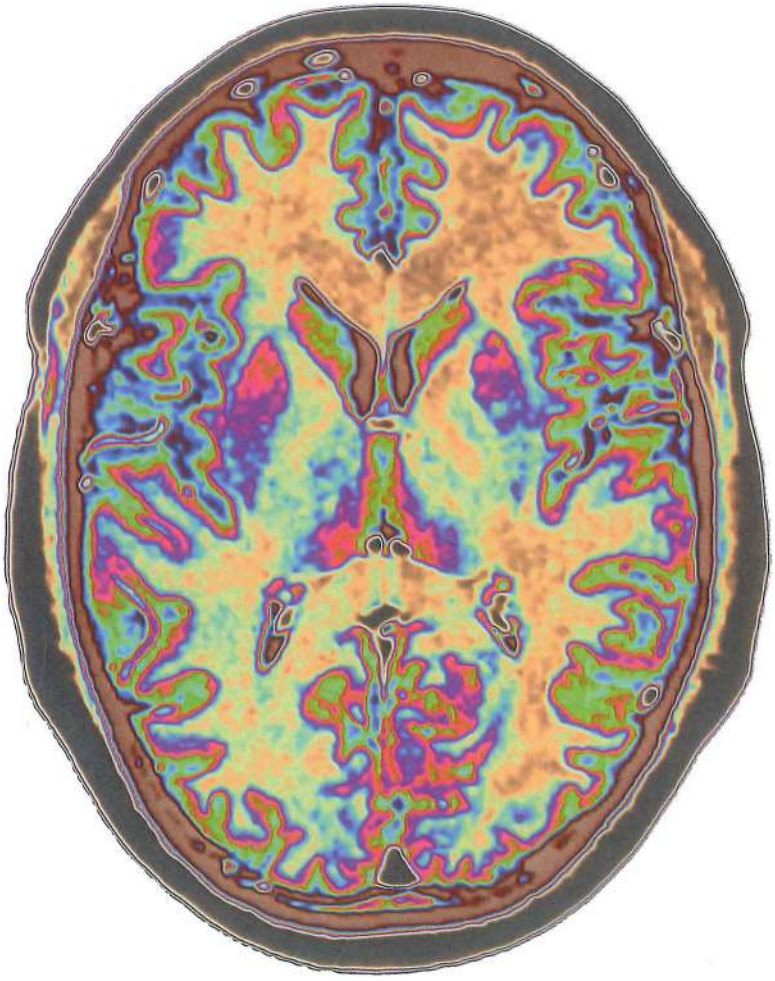
"Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) örneğinde olduğu gibi, modern beyin tarama yöntemleri beynin nasıl çalıştığına ilişkin çok değerli bilgilerin kapılarını açıyor."



Yukarıda: Bir nöron (sinyal işleyen sinir hücresi) ve akson ağının (sinir lifleri) mikroskop altındaki görüntüsü. Aksonlar, sinir hücreleri arasında sinyal iletimi yapan uzantılardır.



Beynin, evinde oturan bir bilim insanı gibi davrandığı söylenebilir. Farkında olmadan veri toplarız, varsayımlar yaparız, bu varsayımları sınarız ve görüşlerimizi buna göre düzenleriz. Bilimsel yöntem kafamızın içinde sürekli olarak uygulanır. Kimya dersi dinlerken tam öyle hissetmesek de aslında bilim bazı açılardan çok doğal bir etkinliktir. Her ne kadar farkında olmasa da birçok hayvan çevresine ilişkin varsayımlar yapıp sonra bunları sınadığında bir şekilde "bilimsel" yoldan yararlanmış olur. Yine de ne yaptığımıza ilişkin derinlemesine düşünen tek canlı biziz. Dünyayla ilgili anlık deneyimlerimizin ötesine geçeriz. Anlaşılan duyularımızın bize söylediklerinin ötesine geçebilme, örtüyü kaldırabilme ve yanılsamaların arkasında yatanı görebilme becerisi yalnızca insanlara özgü bir özellik. Genellikle yanlış anlaşılsa da bilimsel yöntemin asıl güzel yanı başka herhangi bir inanç sistemine göre yanlışlarımızdan ders çıkarma fırsatını bize daha çok sunmasıdır. Ne hissedersek hissedelim Dünya'nın uzayda hareket ettiğini, Güneş'in Dünya çevresinde değil de Dünya'nın Güneş çevresinde döndüğünü biliyoruz. Masanın üstü bize katı gibi gelse de onun aslında büyük oranda boşluktan oluştuğunu; dünyanın, üzerinde geçirdiğimiz sınırlı zamanda değişmez ve kalıcı gibi görünse de aslında sürekli bir değişim içinde olduğunu; kendimizi seçilmiş ve özel gibi hissetsek de DNA'yı düşününce biz insanların dünya üzerindeki öteki tüm canlılarla yakın akraba olduğumuzu biliyoruz.



Solda: Modern tıbbi görüntü tarayıcıları sayesinde beynin nasıl çalıştığını yalnızca denek yaşamını sürdürürken değil, bilinç devrede olduğu zaman da görebilme becerisi, insan aklı üzerine yapılan çalışmalarda çığır açıyor.

Sağda: Vücuttaki su moleküllerinin varlığı sayesinde manyetik rezonans görüntüleme (MRI) yöntemiyle dokuların haritası çıkarılıyor. MRI yönteminin beyinde artan oksijen talebini gösteren etkin bölgeleri ortaya koymasıyla kandaki oksijen düzeyi de izlenebilir.

Bağlantılar – Akıl

MÖ 400 | 900 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700



Hippokrates ~ MÖ 460 – 370

Platon ~ MÖ 428 – 348

Aristoteles ~ MÖ 384 – 322

İSLAM BİLİMİ

KEŞİFLER ÇAĞI



René Descartes 1596 – 1650



Thomas Willis 1621 – 1675

RÖNESANS

REFORM

KLASİK YUNAN

ROMA İMPARATORLUĞU

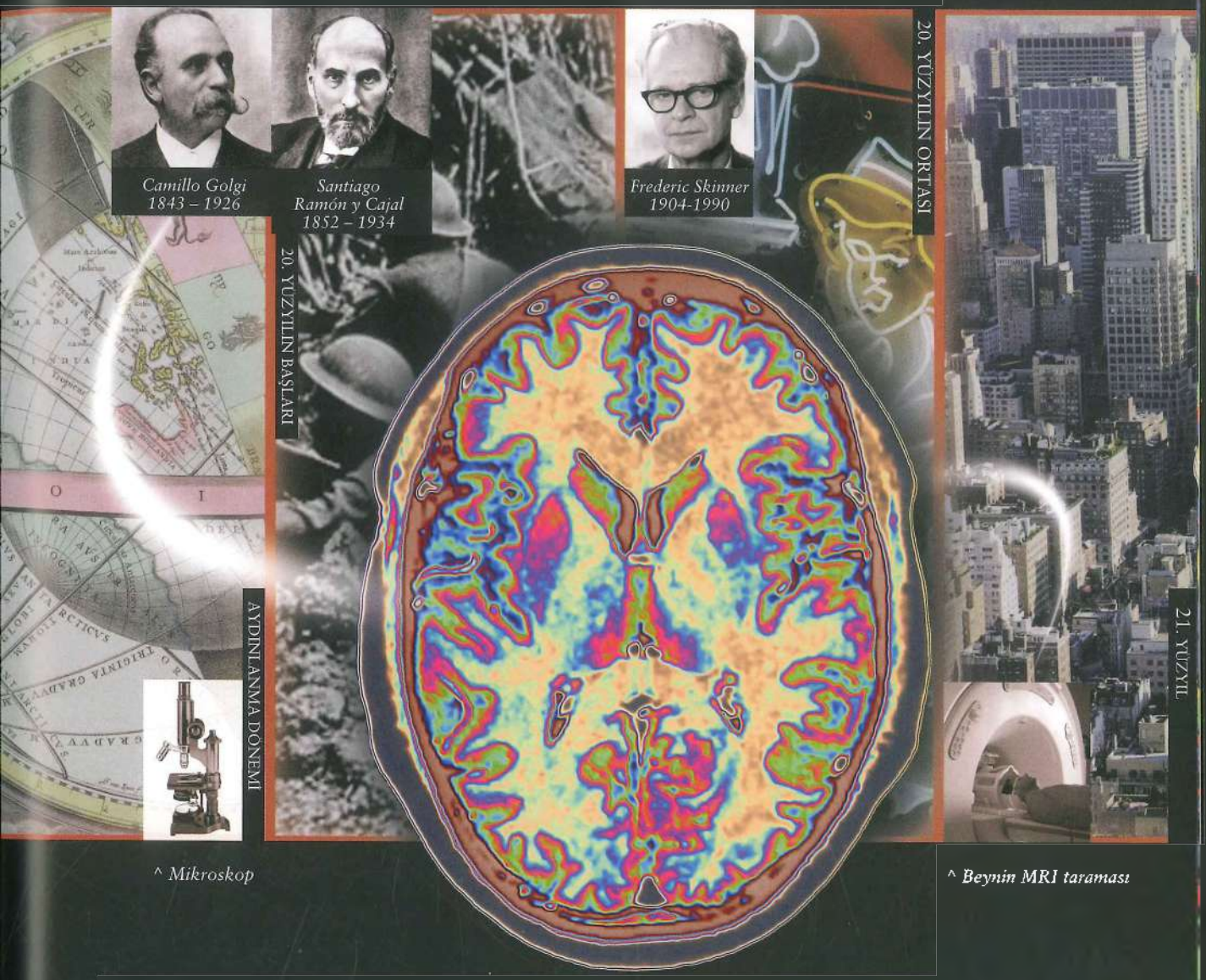
ORTAÇAĞ

^ *Kafatası delgisi*

^ *Beyin yaralanmalarının etkilerini anlatan Mısır elyazması*

Binlerce yıldır insanın ne olduğunu ve güdülerini anlamaya çalışıyoruz. Bu arayışın beyne odaklanması gerektiği konusundaki görüş birliğiyse ancak yakın zamanda sağlanabildi. Eski Yunan'da Hippokrates, tıpkı ondan önceki Mısırlılar gibi beyin yaralanmalarının etkilerinden yola çıkarak beynin, bedenin kontrolünde belirli bir etkisi olması gerektiği sonucuna varmıştı. Kafatası delgilerinin yapılmasına neden olan da olasılıkla bu görüştür. Platon, bu düşüncenin üzerine eklemeler yaparken Aristoteles ussal ruhu yeniden binlerce yıldır bulunduğu kalbe yerleştirmiştir ki bu düşünce Kilise tarafından da benimsenmiş ve kollanmıştır.

Andreas Vesalius ve sonrasında ikilik kuramının yaratıcısı René Descartes'ın anatomik gözlemleri araştırmayı yeniden doğru yola oturtmuştu. Akıl ayrı olduğu bedeni, beyindeki epifiz bezinde bulunan uçuş kabininden yönetiyordu.

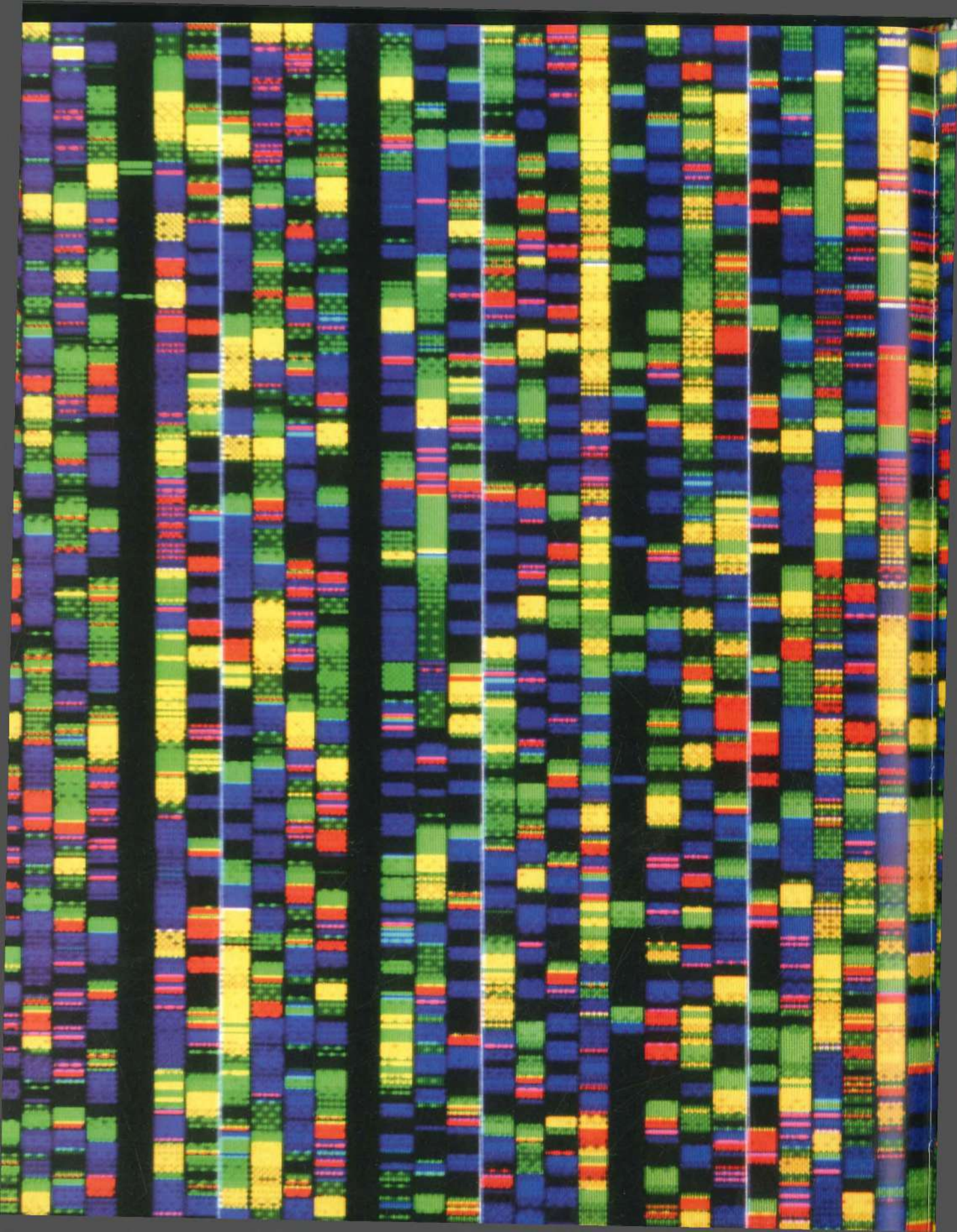


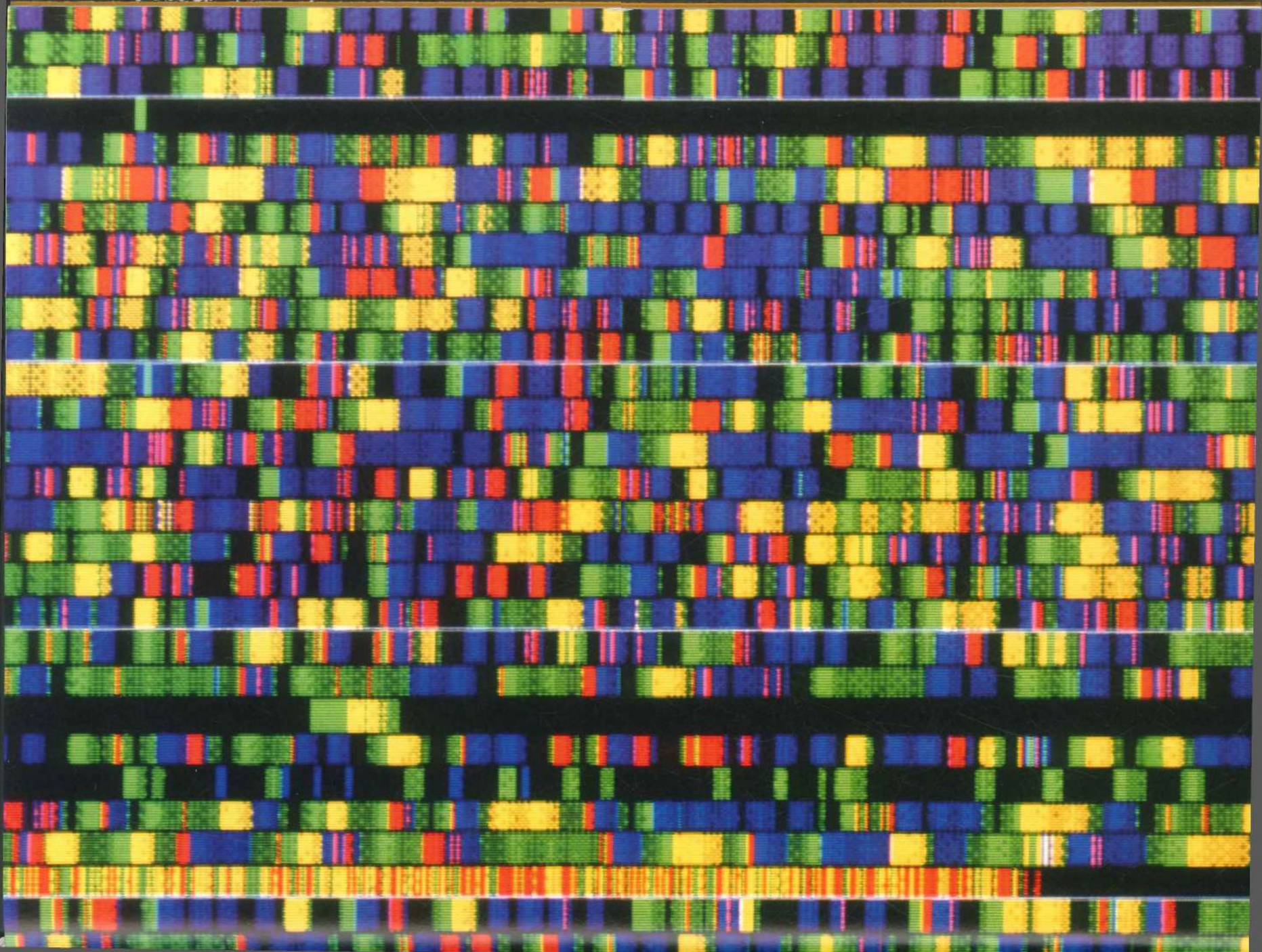
^ *Mikroskop*

^ *Beynin MRI taraması*

Kısa bir süre sonra Thomas Willis, beynin anatomisini sistematik olarak ilk kez inceleyecek ve kesin bir biçimde bizim kim olduğumuzu beynin belirlediğini açıklayacaktı.

Benliğin peşindeki arayış henüz sona ermemişti. Araştırmalar, aklımızın öteki canlılarınkinden farkı, nasıl koşullandığımız ve kontrol edildiğimiz (en bilinenleri Pavlov ve Skinner'ın gerçekleştirdikleri) ve akıl hastalıklarını nasıl tedavi edebileceğimiz konularında sürdü. Beynin fiziksel yapısı ve işlemlerinin anlaşılabilme kapasitesinin giderek artmasının büyük önem taşıdığı bu süreçte, Camillo Golgi ile Santiago Ramón y Cajal, mikroskoplar sayesinde beynin ayrıntılı yapısını ve sinir hücrelerinin varlığını ortaya koydu. Bugün, MRI gibi yöntemler sayesinde beyni çalışırken bile gözlemleme şansımız var.





İLERİ OKUMA

Genel

Bryson, Bill *A Short History of Nearly Everything* (Black Swan 2004)
Dunbar, Robin *The Human Story* (Faber & Faber, 2005)
Dunbar, Robin *The Trouble with Science* (Faber & Faber, 1996)
Roberts, Royston M. *Serendipity: Accidental Discoveries in Science* (John Wiley & Sons, 1989)
Waller, John *Fabulous Science: Fact and Fiction in the History of Scientific Discovery* (Oxford University Press, 2004)
White, Michael *Rivals: Conflict As the Fuel of Science* (Vintage, 2002)
Youngson, Robert *Medical Blunders* (Robinson Publishing, 1996)
Youngson, Robert *Scientific Blunders* (Robinson Publishing, 1998)

Birinci Bölüm: Kozmos

Biagioli, Mario *Galileo Courtier* (University of Chicago Press, 1993)
Fara, Patricia *Science: A Four Thousand Year History* (Oxford University Press, 2009)
Gingerich, Owen *The Book Nobody Read* (Heinemann, 2004)
Gleick, James *Isaac Newton* (Pantheon Books, 2003)
Gribbin, John *Science: A History* (Alan Lane, 2002)
Jardine, Lisa *The Curious Life of Robert Hooke* (HarperCollins, 2003)
Sharov, Alexander S. and Novikov, Igor D. *Edwin Hubble, the Discoverer of the Big Bang Universe* (Cambridge University Press, 2005)

İkinci Bölüm: Madde

Bell, Madison Smartt *Lavoisier in the Year One: The Birth of a New Science in an Age of Revolution* (W.W. Norton & Co., 2006)
Fara, Patricia *Pandora's Breeches: Women, Science & Power in the Enlightenment* (Random House, 2004)
Gribbin, John *Deep Simplicity: Bringing Order to Chaos and Complexity* (Penguin Press, 2009)
Holmes, Richard *The Age of Wonder: How the Romantic Generation Discovered the Beauty and Terror of Science* (HarperPress, 2009)
Lavoisier, Antoine *Elements of Chemistry* (Dover Publications, 1984)
McClellan, James E. and Dorn, Harold *Science and Technology in World History: An Introduction* (The Johns Hopkins University Press, 2006)

Üçüncü Bölüm: Yaşam

Darwin, Charles *The Origin of Species* (Penguin Classics, 1985)
Gould, Stephen Jay *Time's Arrow, Time's Cycle* (Harvard University Press, 1987)
Gribbin, John and Gribbin, Mary *Flower Hunters* (Oxford University Press, 2008)
Holmes, Richard *The Age of Wonder* (Harper, 2008)
McCoy, Roger M. *Ending in Ice: Alfred Wegener's Revolutionary Idea and Tragic Expedition* (Oxford University press, 2006)
Quammen, David *The Reluctant Mr Darwin* (Norton & Co, 2006)
Winchester, Simon *The Map That Changed the World* (Viking, 2001)

Dördüncü Bölüm: Güç

Devreese, J.T. and Berghe, G.Vanden *Magic Is No Magic: The Wonderful World of Simon Stevin* (WIT Press, 2007)
Fara, Patricia *An Entertainment for Angels* (Icon Books, 2002)
Highfield, Roger and Carter, Paul *The Private Lives of Albert Einstein* (St Martins Press, 1994)
Jardine, Lisa *Ingenious Pursuits* (Little Brown, 1999)
Marsden, Ben *Watt's Perfect Engine* (Icon Books, 2002)
Morus, Iwan Rhys *Michael Faraday and the Electrical Century* (Icon Books, 2004)

Beşinci Bölüm: Beden

Endersby, Jim *A Guinea Pig's History of Biology* (Heinemann, 2007)
Endersby, Jim *Imperial Nature: Joseph Hooker and the Practices of Victorian Science* (University Of Chicago Press, 2008)
Waller, John *The Discovery of the Germ: Twenty Years That Transformed The Way We Think About Disease* (Icon Books Ltd, 2004)
White, Michael *Leonardo: The First Scientist* (Abacus, 2001)

Altıncı Bölüm: Akıl

Pietro Corsi, *The Enchanted Loom* (Oxford University Press, 1991)
Damasio, Antonio R. *Descartes' Error: Emotion, Reason and the Human Brain* (Vintage, 2006)
Damasio, Antonio R. *'How the Brain Creates the Mind' in Best of the Brain* (Dana Press, New York, 2007)
Doige, Norman *The Brain That Changes Itself* (Penguin, 2008)
Ekman, Paul *Darwin and Facial Expression: A Century of Research in Review* (Academic Press, New York, 1973)
Finger, Stanley *Origins Of Neuroscience* (Oxford University Press, 1994)
McHenry, Lawrence C. *Garrison's History Of Neurology* (Charles C. Thomas, Illinois, 1969)
Panek, Richard *The Invisible Century: Einstein, Freud, and the Search for Hidden Universes* (Harper Perennial, 2005)
Shorter, Edward *A History of Psychiatry: From the Era of the Asylum to the Age of Prozac* (Jossey Bass, 1998)
Stevens, Leonard A. *Explorers Of The Brain* (Angus & Robertson, London, 1973)

Önceki sayfa: Bir dizi renkli şerit halinde gösterilmiş insan DNA'sı. Türümüzün gen şifresinin haritasını çıkarmak amacıyla yürütülen ve uluslararası bir girişim olan İnsan Genomu Projesi gelmiş geçmiş en iddialı bilimsel projelerden biridir.

DİZİN

Koyu renkli sayfa numaraları görsellerin bulunduğu sayfaları belirtmektedir.

A
Académie Royale des Sciences (Kraliyet Bilimler Akademisi) 42, 71, 74, 151
adrenalin 204, 206, 207
akıl 48, 231-274
akupunktur 189
Aldini, Giovanni 201, **201**
Alter, David 172
amonyak üretimi 85
Anaksimenes, Miletli 21
anatomi 114, 187-197, 200, 228, 246, 264, 274, 275
  karşılaştırmalı 114
Andrea del Verrocchio 188
Andromeda bulutsusu 49, 52
Annales Veteris Testamenti 117, **117**
Araba 149, 160-161, 166
  buhar gücüyle 160-161, **161**, 166
  rüzgâr gücüyle 149
Arap bilimi 23
Aristarkhos, Sisamlı 22, 26
Aristoteles 22-24, 38, 59, 81, 100, 106, 114, 157, 234, 248, 254, 274
Arkwright, Richard 153
atom 9, 15, 50, 57, 58, 59, 64, 80, 81, 86, 87, 91, 92-95, 99-101, 181, 183, 186, 220
  altı parçacıklar 57, 91, 92-94, 181
  bombası 86, 94, 183, 186, 220
  Boyle 64
  Dalton 80
  Demokritos'un atom kuramı 59
  parçalanma 94, 95, 183
Avery, Oswald 218, 219
Ay 17, 18, 19, 21, 22, 25, 27, 38, 38, 40, 42, 47
  Eudoksos'un teorisi 22
  Galileo'nun gözlemleri 38, 38, 40
Aydınlanma 151, 153-154, 160, 184
aydınlatma 71, 174, 176, 179, 185
  elektrik ampulü 174, **179**, 185
  gazlı aydınlatma 176
Aziz Augustinus 23, 106

B
Bacon, Roger 60
bağışıklık sistemi 206, 209
bakteri 13, 135, 219
balon 74-77, 86
  hidrojen 74-77, 86
  sıcak hava 74, 75
Barbegal (Fransa) 146, **146**
barometre 157
barut 60, 61, 65, 72, 76, 169,
baskı makinesi 10, 25, 27, 30
Beagle Gemisi 129
Becquerel, Henri 91, **91**, 180
beden 187-229, 231,236, 238, 243, 245, 246, 260, 274
Beeton, Isabella 169
  Mrs. Beeton's Book of Household Management 169
Bell, Alexander Graham 173
Bernard, Claude 203
Bestiaries 102,103
beygirgücü 162
beyin 231-273, **247**
  ameliyatı 237, **237**
  bilgisayardaki kesit **244**
  bölgesel fonksiyonları 260-261
  diseksiyonu 236, 246, 260-261
  epifiz **242**, 243-245, **244**
  kan dolaşımı 240-241
  psikocerrahisi 261
  taraması 270, 272
  yapısı 264-265
Bhaskara 151
bilgisayar 94
bilinç 231, 245, 254, 258, 266
  bilinçaltı 231, 245, 258
  bilinçdışı 258, 266
Bin Dokuz Yüz Seksen Dört (*Nineteen Eighty-Four*) 267
bitki 9, 11, 25, 103-110, 126, 131, 133, 138, 142, 153, 189, 210, 211
  sınıflandırma 106-110, 142
  toplayıcılar 11, 105, 107-110, 131, 153
biyoelektrik 201
biyokütle 183
Bizans 23, 38
Bohr, Niels 93, 102
Bosch, Carl 85
Boswell, James 163
Boulton, Matthew 153, 158, 162-163, 167
boylam 42, 48, 153
Boyle, Robert 64, 72, 80, 100, 151, 197
  Yasası 64
böbreküstübezleri 204, **205**
Brahe, Tycho *bkz.*Tycho
Brand, Henning 61-64
Brindley, James 112
British Library (Britanya Kütüphanesi) 107
British Museum (Britanya Müzesi) 107
Broca, Paul 261, **261**
Brown, Robert 211
Brown-Séquard, Charles-Édouard 204, **204**
Buckland, William 122
Buffon, Kont Georges-Louis Leclerc 118, **119**, 129
buhar 10, 111, 153, **158**, 158-169, **159**, **164**-165, **166**, 173, 176, 184
  gücü 158-168
  lokomotifi 163, **164-165**, 166-167, **166**
  makinesi 10, 111, 153, **158**, 159-163, **159**, 166-169, 173, 176, 184
Buxton, Jedediah 249
Büyük Hadron Çarpıştırıcısı 58, 57-58, 99

Büyük Patlama 50, 57
Büyük varoluş zinciri 103-106

C
Cajal, Santiago Ramón y 264-265, **265**, 275
cam 38
Carnot, Nicolas-Léonard Sadi 168, **168**, 169
Cavendish, Henry 74-76
Cavendish Laboratuvarları (Cambridge) 91, 95
Cerebri Anatome 246, 248
CERN 99, **99**
Cesur Yeni Dünya (*Brave New World*) **266**, 267
Chambers, Robert 127, 127, 129, 144
Charcot, Jean-Martin 253, 256-258, **256**, 259
Chelsea Physic Garden (Chelsea Rehabilitasyon Bahçesi) 107
civaoksit 67-73
Cizvit 40-41
Clausius, Rudolf 168
Coleridge, Samuel Taylor 81
Colossus 94
Cook, James 153
Cooke, William Fothergill 172
Copernicus, Nicolaus 26-29, 31, 32, 40-41, 54, 81, 191, 192, 200
Corneliszoon, Cornelis 149
Crick, Francis 220-223, **222**
Crookes, Sir William 87-88, **87**, 91, 92, 102, 180
  Crookes tüpü 87-88, **87**, 92, 94
Cugnot, Nicolas-Joseph 161
Curie, Marie ve Pierre **90**, 91, 180-181
Cuvier, Georges 114-115, **114**, 122, 129, 142

Ç
çikolata 105

D
Da Vinci *bkz.* Leonardo da Vinci
dalga enerjisi 183
Dalton, John 80, 100
Darwin, Charles 9, 10, 129-133, **130**, 135, 144, 153, 252-255
Darwin, Erasmus 129, 153, 158
davranışçılık 266-269
Davy, Sir Humphry 79-81, **79**, 171, 174
De humani corporis fabrica 191, **238**
De Magnete 154-156, **156**
Dee, John 151
değişim körlüğü 270
demiryolu 126, 172, 173
  Greenwich Zamanı 173
Demokritos, 59, **59**, 100
denizaltı 72, 137, 150
Descartes, René 242-245, **242**, 248, 250, 258, 276
dijital iletişim 172
dinamo 174
diseksiyon 187-191, **197**, 212, 228, **236**, 260
  hayvanlarda 189, 195, **197**, 228, 236, 246
  insanlarda 187, 188, 212, 236, **236**, 246, 260-261
DNA 88, 114, 135, 209, 216, **216-217**, 219-227, **221**, 222, **224-225**, 229, 273
  biyolojik karşılaştırma 114
  mutasyon 227, **227**
doğal seçilim 9, 15, 132-133, 143, 227, 253
Doğu Hindistan Şirketi (Hollanda) 148, 170
doğum kontrol hapı 206, **207**
Dünya Savaşları 63, 76, 86, 94, 137, 220, 266, 269

E
Edison, Thomas 12, 174, 179, **179**, 186
Egerton, Francis, III. Bridgewater Dükü 111, **111**
Einstein, Albert 50, **51**, 52, 182, 183, 186
elektrik 76-80, 87, 93-95, 98, 101, 145, 154-157, 170-179, 180-184, 201, 207, 211, 234, 248, 261-269
  bedende 201, 207, 211, 234, 248, 261, 263, 266, 269
  dağıtımı 12, 176, 179
  doğru akım ve alternatif akım 179
  enerjisi 76, 93, 94, 145, 170-179, 180, 183
  motorları 174
  Niagara Şelalesi 176, 176-177, 179
  yaşamın gücü olarak 201
elektrikli sandalye 12, 179
elektroliz 171
elektromanyetik 88, 172, 181, 182, 185
  ışıma 88, 181
  dalgalar 172, 182, 185
elektromanyetizma 171, 174
elektron mikroskobu **212**, **226**, 227, 270-271
elektronlar 58, 91-94
elementler 57-59, 63, 73, 76, 78-80, 81, 81, 82, 87, 98, 99, 100-101, 153, 181
embriyoloji 197
endokrin sistemi **205**
endüstriyel kimyasal maddeler 13, 82, 85
enerji ($E=mc^2$) 182-183
Enigma Şifresi 94, 269
enlem 22, 42, 138
enzim 135, 209, 216
Erasistratos **237**
ergot (mantarı) 239
Etna Dağı (Sicilya) 122, 123
Eudoksos **21**, 22
Evershed, Thomas 176
Evren 9, 10- 12, 16-59, 169
  kuramları 16-59
evrim 9, 15, 114, 123, 129, 126-127, 130-133, 135, 138, 143, 227, 231, 253,

F
Fabricius (Fabrizio), Giralamo 192
Faraday, Michael 174, **174**, 182
Ferrier, David 261
fetüs gelişimi 205-206, **206**
filojiston 67, 73
Flamsteed, John 47