DİJİTAL KÜTÜPHANE KANALI

Keyifli Okumalar Dileriz

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

RESMİ WEB SİTEMİZ

https://rantey.org

Yedek ve Duyuru Kanallarımız
Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

• Telegram: https://t.me/birkitapbir

• WhatsApp Kanalımız : https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4IvMoc0Y

ANDREW ROBINSON

ÖLÇÜLER KİTABI









NTV

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



ÖLÇÜLER
KİTABI

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



ÖLÇÜLER KİTABI

Andrew Robinson

İngilizceden Çeviren
Duygu Akın

153'ü renkli, 334 görsel

NTV

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

En yüksek "yaratıcılık endeksi"ne (36,9) sahip fizikçi Phil Anderson'a takdir ve şükranlarımla.



Solda: ***Ölçümcüler*, Flaman Okulu, 16. yüzyıl sonları. Resimde alet yapımı, müzik, ağırlık ölçümü, kalibre ölçümü, arazi ölçümü, tahıl ve kumaş ölçümü betimleniyor.**

Yazarın Notu

Bu kitap önceki birkaç kitabın araştırmalarından doğdu. Sözkonusu araştırma 1980'lerde *The Shape of the World* [Dünyanın Biçimi] ile başlayıp, 19. yüzyıl âlimi ve ölçüm alanında bir öncü olan Thomas Young'ın biyografisi *The Last Man Who Knew Everything* [Her Şeyi Bilen Son Adam] ile sona erdi. Young kendisini kastederek şöyle bir not düşmüştü: "Kimi araştırmacılar geniş bir araştırma alanını hızla gözden geçirirken, kimilerinin de araştırmalarını dar bir kapsam çerçevesinde tasarlamış olması belki de insanlık için en iyisi." Young'ın her konuya uyarlanabilecek bu örneğinden ilham alarak, ölçümün tüm öyküsünü dar bir kapsam çerçevesinde anlatmanın mümkün olabileceğini düşündüm. Önerileri için Jim Bennett, Jonathan Bowen, Vicky Bowman, Martin Ince, Christopher Phipps, David Sprigings, Andrew Todd-Pokropek ve Christopher Wood'a teşekkürü borç bilirim.

Kitapta baştan sonra metrik birimler kullanıldı, bunlara gerektiğinde İngiliz ölçü birimleri eklendi ve kimi tarihi göndermelerde orijinal birimler de muhafaza edildi.

NTV yayınları

DOĞUŞ GRUBU İLETİŞİM YAYINCILIK VE TİCARET A.Ş. YÖNETİM KURULU BAŞKANI
Erman Yerdelen

GENEL MÜDÜR
Cem Aydın

GENEL MÜDÜR YARDIMCISI
Görkem Yaşayan

NTV YAYINLARI EDİTÖRÜ
Mustafa Alp Dağıstanlı

YAYINA HAZIRLAYAN
Emre Ergüven

ÇEVİRİ
Duygu Akın

GRAFİK UYARLAMA
Mahir Duman

PROJE KOORDİNASYON
Sena Uzunoğlu
Özgür Akhan

ISBN: 978-605-5813-08-6

DOĞUŞ GRUBU İLETİŞİM YAYINCILIK VE TİC. A.Ş.
Eski Büyükdere Cad. USO Center
No: 61 Maslak 34398 İstanbul
Tel: (212) 335 00 00
Fax: (212) 330 03 23

Tüm hakları saklıdır.
Bu kitap Doğuş Grubu İletişim Yayıncılık ve Ticaret A.Ş.'nin yazılı izni olmadan, fotokopi yöntemi dahil, elektronik ya da mekanik herhangi bir yolla çoğaltılamaz ve iletilemez.

Basım tarihi: Mart 2009

Sertifika No: 0607-34-008724

The Story of Measurement
© 2007 Thames & Hudson Ltd
Metinler © Andrew Robinson

Çin'de basılmıştır.

s. 1: **Şubat 1896'da, Amerika'da üretilen ilk tıbbi röntgen filmlerinden biri. Röntgende kaza sonucu kurşunlanan bir adamın eline gömülü kurşun saçmalar görülüyor.**

2. 3: **Ölülerin yargılanması: MÖ 2. binyıla ait *Mısır Ölüler Kitabı*'ndan. Ölünün yüreği maat (hakikat) tüyü ile tartılıyor.**

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

İçindekiler

Giriş 7

I. ÖLÇÜMÜN ANLAMI 18

1. Bölüm Metrik Sisteme Doğru 20
Yerküre'nin Antik Yunanlar Tarafından Ölçümü • Enlem ve Boylam • Yerküre Biçiminin Anlaşılması • Metrenin Ölçümü • Dünyanın Metrik Sisteme Geçişi

2. Bölüm Sayı ve Matematik 32
Sayım ve Muhasebe • Çeteleler, Kuipular ve Abaküsler • Antik Sayılar • Sayı Tabanları • Sıfır ve Sonsuz • Koordinatlar • Geometri • Altın Oran • Fraktaller • Matematik: Doğal mı İnsani mi?

3. Bölüm Geleneksel Birimler 46
Ağırlık ve Yoğunluk • Uzunluk ve Mesafe • Alan ve Hacim • Açı • Para ve Değer • Zaman

4. Bölüm Aygıtlar ve Teknikler 64
Doğruluk ve Kesinlik, Hata ve Belirsizlik • Bir Parça İpin Uzunluğu Nedir? • Teleskoplar • Mikroskoplar • Termometreler • Barometreler • Sismograflar • Geiger Sayaçları • Tayfölçerler • Lazerler • Ulusal Ölçüm Kuruluşları

II DOĞANIN ÖLÇÜMÜ 80

5. Bölüm Atomlar 82
Atomlar ve Kuantum Teorisi • Atom Saatleri • Radyoaktivite ve İzotoplar • Periyodik Tablo • İyonlar ve Valans • Kimyasal Konsantrasyon • Asitlik ve Bazlık • Hacim ve Basınç • Sıcaklık ve Enerji • Kütle ve Standart Kilogram • Materyaller, Gerilme ve Gerinim • Işınım ve Renk • Görelilik • Ses • Elektrik ve Manyetizma • Nanoteknoloji

6. Bölüm Dünya 106
Pusulalar • Arazi Ölçümü • Uydular • Hava ve Atmosfer • Fırtınalar, Kasırgalar ve Hortumlar • Şimşek • İklim Değişikliği • Jeolojik Çağlar • Tektonik Plakalar • Depremler • Tsunamiler • Volkanlar • Mineraller, Elmaslar ve Altın • Biyolojik Türler

7. Bölüm Evren 136
Güneşmerkezli Evren • Gezegenlerin Hareketi • Ay • Gezegenler • Güneş • Yıldızlar • Kuyrukluyıldızlar • Kara Delikler • Doğanın Sabitleri • Genişleyen Evren ve Büyük Patlama

III İNSANIN ÖLÇÜMÜ 156

8. Bölüm Zihin 158
Dil • Şiirin Vezni ve Vezin Analizi • Semafor ve Mors Alfabesi • Yazı Sistemleri • Steno • Kağıt ve Kitap Ebatları • Kitap ve Kütüphane Sınıflandırma Sistemleri • Tipografya • Fotoğrafçılık • Bilgi İşlem • Aletler, Çiviler ve Vidalar • Müzik ve Şarkı • IQ ve Zeka

9. Bölüm Beden 176
İnsan Genomu • Kan • Tıbbi Tarama • Gözler ve Göz Mercekleri • Beden Kitle Endeksi • Kalori Sayımı ve Gıda Katkı Maddeleri • Alkol İçeriği • Hava Kalitesi ve Polen Sayımı • Güneş Koruma Faktörü • Tıbbi Reçeteler • Hastalık Kuluçka Dönemi • Ağrı • Stres Faktörleri • Tekstil ve Termal Değer

10. Bölüm Toplum 194
Takvimler • Saat Dilimleri • Posta Kodları • Kamuoyu Yoklamaları • Nüfus Sayımları • Kimlik, Gerçek ve Yalanlar • Irk • Askeri Rütbe • Silah Kalibresi • Ekonomi • Piyangolar ve Kumar • Spor ve Oyunlar • Topluluk İsimleri

Sonsöz: Her Şeyin Ölçüsü 212
İleri Okuma 218
İllüstrasyonlar 220
Dizin 222

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Giriş

İnsan tarih boyu ölçme konusunda hep çelişkili davranışlar sergilemiştir. Örneğin, metrik sistemi ele alalım. Napolyon Fransa'nın devrim niteliğindeki yeni ölçüm sistemini tanıtan bilimcileri tebrik ederken şu sözleri sarf etmişti: "Fetihler gelir geçer, ama bu çalışma varlığını daima sürdürecek." Ancak, Napolyon'un kendisi bile yeni sistemi kullanmayı reddetmiş, Fransız halkının büyük çoğunluğu da onu örnek almıştı. İktidarı kaybetmesinin ardından Napolyon bozguna uğramış ruh haliyle, "Hiçbir şey aklın, hafızanın ve hayal gücünün düzenine bu denli ters olamaz... Yeni ağırlık ve ölçüm sistemi nesiller boyu bir engel ve güçlük kaynağı olmayı sürdürecek" demişti.

Genelde ölçmenin toplum gelişimi için bir gereklilik olduğunu kabul ederiz, ama bir yandan da insani değerleri, insani olmayan sayılara indirgediği hissine kapılırız; tıpkı bir form doldururken hissettiğimiz gibi. Mezopotamya'da bulunan, MÖ 4. binyılın sonlarına ait, bilinen en eski kil tabletlerde, çalışanların hiyerarşisi ve işçilere yetkililerce ayrılan erzakın (kimi zaman da ücretin) miktarı kaydedilmişti. Antik Yunanlar ise Procrustes adlı bir haydutun öyküsünü anlatırlardı. Procrustes boylarını demir yatağa uydurabilmek için kurbanlarının bacaklarını keser veya gererek uzatırdı. Sonunda benzeri yöntemle Theseus tarafından öldürüldü. İncil'de de eksik ölçü günahına karşı çok sayıda uyarı yer alır. Tıpkı Tanrı'nın peygamber Mika'ya yönelik sözlerinde olduğu gibi: "Hileli terazi kullanan, torbasında eksik ağırlıklar olan adamı nasıl aklayayım?" Luka'nın İncil'ine göre, İsa ölçüde cömertliği över: "Sizde olanı verin, size verilecek. İyice bastırılmış, silkelenmiş ve taşmış, dolu bir ölçekle kucağınıza boşaltılacak. Hangi ölçekle ölçerseniz, size de aynı ölçek uygulanacak." William Shakespeare'in *Julius Caesar*'ında, Caesar'ın ölümcül bıçak darbesiyle yaralanışının ardından Antony şöyle der: "Tüm o fetihlerin, şanın, zaferlerin, ganimetlerin / Küçüle küçüle şu ufacık ölçeğe mi sığdı?" Charles Dickens'ın *Zor Zamanlar*'ında yer alan başarılı tacir ve nüfuzlu vatandaş Thomas Gradgrind'in cebinde daima "insan tabiatının herhangi bir parselini ölçmeye ve size tam karşılığını söylemeye" hazır bir "cetvel ile terazi" bulunurdu.

Durup biraz düşünürsek, ölçmenin günlük yaşantımızın her alanına yayıldığını fark ederiz. Belli bir düzen olmaksızın karşımıza sürekli saatler, takvimler, cetveller, giysi ölçüleri, alan ölçüleri, yemek tarifleri, son kullanma tarihleri, alkol miktarı, maç skorları, müzik notaları, harita ölçekleri, internet protokolleri, kelime sayıları, bellek çipleri, banka hesapları, mali endeksler, radyo frekansları, hesap makineleri, kilometre sayaçları, teraziler, elektrik sayaçları, fotoğraf makineleri, termometreler, yağışölçerler, barometreler, tıbbi muayeneler, ilaç reçeteleri, beden kitle endeksleri, eğitim amaçlı testler, kamu yoklamaları, odak grupları, anket formları, tüketici araştırmaları, vergi iadeleri, nüfus sayımları ve başka pek çok ölçüm şekli çıkar. Bunların tümü de dünyayı sayılara ve istatistiklere indirgemeye yardımcı olur. İşte bu kitapta yer alan konu başlıklarının "Atomlar"dan "Zihin"e, "Evren"den "Toplum"a dek geniş bir yelpazeye yayılma-

The Ancient of Days, [Günlerin Kadimi], William Blake'e ait suluboya oyma-rölyef, 1794. Rölyefte (Blake'in Urizen adını verdiği) Yaratıcı, dünyayı ölçüyor. Eser ilhamını İncil'in Özdeyişler adlı bölümündeki bir cümleden alır: "Oradaydım: (Rab) Engin denizleri ufukla çevirdiğinde." Ancak, İncil'in aksine Blake dünyayı kötü tasavvur ettiği için, onun yaratılışına dair imgelemi de bir kâbusu andırır. Bu kâbusta "ufuk, karanlık ve fırtınalı bir gecede çakan şimşeğe" benzer (_The Story of Art_ [Sanatın Öyküsü], Ernst Gombrich). Böylece Blake'in ünlü eseri, insanın ölçme konusunda süregiden çelişkilerini ifade eder.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Antik dönem ağırlık ve uzunluk ölçüm aletleri.

Solda: **İndus Vadisi'ne ait (Silistli şistten veya diğer desenli taşlardan yontularak yapılmış) bu kübik ağırlıklar, antik dünyaya özgü, standartlaştırılmış bir sistemin parçalarıdır. İlk altı ağırlık, katlarıyla artarak gidiyor: 1 : 2 : 4 : 8 : 16 : 32. İçlerinde en yaygın olanı 16'lık orandı ve ağırlığı yaklaşık 13,7 gramdı. Daha büyük ağırlıklar ise ondalık sistemi temel alıyordu. İşin ilginci, İndus ağırlık sisteminin 4000 yıl sonra dahi, hâlâ Pakistan ve Hindistan'daki geleneksel pazarlarda kullanılıyor olması.**

Altta: **Mısır'a ait kübit ("ön kol") çubuk hanelere ayrılmış ("parmak eni"), onlar da kendi içlerinde bir hanenin yarısı ile on altıda birine kadar değişen ölçülerde yeniden ayrılmışlar. (Parmakları dahil etmeden ölçülen) 7 avuca, yani 28 haneye eşit kraliyet kübiti, aşağı yukarı 52,3 cm'ye eşitti, ama Mısır'da daha kısa ya da uzun kübitler de kullanılırdı. Antik dönem Babil, İsrail, Yunanistan ve Roma'sında da 46 cm ile 56 cm arası değişen farklı boyutlarda kübitler kullanımdaydı.**

sının nedeni de bu.

Modern kentsel yaşamı -en azından dünyanın gelişmiş bölgelerinde- bilimsel kesinlik ve (vergiler de dahil) sıkı birtakım devlet yönetmelikleri olmaksızın düşünmek olanaksızdır. "Ölçme, karar veriyormuş gibi görünmeden karar vermenin bir yoludur. Nesnellik, ondan nasibini almamış yetkililere bir otorite sağlar." Bu iğneleyici yorum Amerikalı tarihçi Theodore Porter'ın, toplumsal yaşamda ölçümün yeri üzerine yazdığı kitabı *Trust in Numbers*'dan [Sayılara Güven] bir alıntı. Bizler ölçmenin yararlarına kucak açarken, onun teknolojik mucizeleri karşısında heyecan duyarız. Bunun en yakın zamana ait örnekleri arasında cep telefonları, internet, uydu navigasyon sistemi ve iPod sayılabilir. Ancak, ölçmenin maliyetinin de farkındayızdır ve onun yarattığı kısıtlamalardan kurtulmak için yanıp tutuşuruz. Kullandığımız dil bile bu sıkıntımızı ele verir. "Sayılar güvence telkin edebilir" belki ama gruplamaya dayalı düşüncenin kendimiz gibi olmamıza izin vermediğini de biliriz. Serbest piyasa kapitalizmi ve demokrasi "en çok sayıda insana, en yüksek düzeyde mutluluk" sağlasa da, birer birey olarak zevklerimizin muhasebeye tabi tutulamayacağını biliriz. Nihayetinde ister istemez -İncil'e göre üç yirmilik ve bir onluktan ibaret- "günlerimizin sayılı olduğunu" kabul ederiz ama ölümün kaçınılmazlığını yadsıyabilmek için de elimizden geleni yapmayı sürdürürüz.

Örneğin, öğrenciler yıllar boyu okul ve üniversite sınavlarında başarılı olabilmek için çırpınıp dururlar. Elde ettikleri sonuçlar kimi zaman ulusal gazetelere manşet olur ve eğitim standartları konusunda sonu gelmez tartışmalara yol açar. Oysa yenilikçilik, yaratıcılık ve liderlik bu tür zeka testleriyle ölçülmeyi inatla reddeder. Önemli ABD eğitim gazetelerinden *Chronicle of Higher Education*'da yer alan ve Amerikan toplumunda çoktan seçmeli soruların yaygınlığından yakınan bir makale, şu kederli sonuca varıyor: "Öğrencilerimizi makinelerin notlandırması konusundaki ısrarımızı sürdüreceksek, o zaman öğrencilerin de sınav sorularını ceplerindeki makinelerle -internet erişimli cep telefonlarıyla- yanıtlama konusundaki ısrarlarını kabul etmeliyiz."

Bu öğrencilerin öğretmenlerine, yani üniversitelerdeki akademisyenlere gelince; yayımlanan araştırmaları, akademik disiplinleri, bölümleri ve genel olarak üniversiteleri ölçmekte kullanılan alıntı dizinlerinde, dergi etki faktöründe, yıldızlama sistemiyle değerlendirmede ve lig tablolarındaki önlenemez



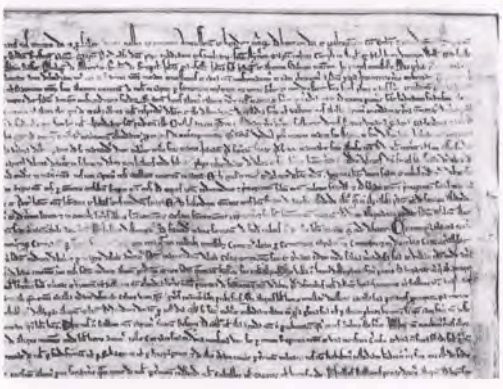
Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Solda: **Tarihi belki de MÖ 1600'lere uzanan, Bronz Çağı'na ait Nebra (bir Alman kasabası) gökyüzü diskinin ilk astronomik saat olduğu düşünülüyor. Bronzdan yapılma disk, altın kakma güneş, ay ve yıldızlarla süslü. Diskin güneş ve ay takvimleri tutma konusundaki doğruluğu, MÖ 7. yüzyıl Babil muadillerine kıyasla hayli başarılı. Disk 1999'da yasadışı hazine avcıları tarafından bulundu. Bulunanlar arasında kılıçlar da dahil başka bronz nesneler yer alıyordu. Öte yandan, diskin orijinalliğine yönelik tartışmalar da mevcut.**

bir artış, gerçekleştirilen araştırmalarda nitelikten çok niceliği arttırdı, özgünlükten çok tekdüzeliği destekledi. Cambridge Üniversitesi düşünürü Simon Blackburn *The Times Higher Education Supplement* dergisinde "Sizce Socrates hangi renk yıldız alırdı?" diye sorar. "Kendisi hiçbir şey yazmadı. Ölçülebilir tek bir ürünü yok. Saçmalık bu."

Aynı şey, yaşamın farklı alanlarında ölçmeye karşı takındığımız tavırlar için de geçerli. Ölçmeyi bir yandan teşvik ederiz ama bir yandan da onun sonuçlarından şüphe ederiz. Günümüzün ölçmeye fazlasıyla hevesli kesimleri arasında belki de en dikkat çekici olanı, servet oluşturmanın ve insani motivasyonun sıralı matematiksel denklemlere dayalı rasyonel birtakım ekonomik modellere ayrıştırılabileceğini savunan ekonomistlerdir. Ekonomistlerin sayıları hızla artıyor, akademik dergilerde isimleri sıkça yer alıyor, Nobel ödüllerinin sahibi oluyorlar. Ne var ki şöhretleri toplumun zihninde derin bir iz bırakmaksızın gelip geçiyor. Akıllarını yalnızca muhasebenin son satırı olan "kâr"a yoran finansçılar ve iş dünyasının insanları son derece zengin olabilirler, ama mucitlerle girişimcilerin aksine, kısıtlı bir saygınlık görürler. Çoğunun ileri yaşlarda hayırseverliğe geçiş yaparak, parayla ölçülmesi imkânsız olan eğitimsel, sanatsal ve sosyal çalışmalara fon sağlamalarının nedeni de işte budur. Kamuoyu yoklamalarındaki popülerlik oranlarını arttırmayı sağlayacak politikaları benimseyen politikacılar, yeniden seçilmeyi başarabilirler ama toplumda önemli değişiklikler yaratma konusunda daima başarısız olurlar. Görevleri sona erdikten sonraysa ya unutulur ya da horgörüyle anılırlar. Winston Churchill veya Martin Luther King gibi saygın devlet adamları ve liderler ise başarıları kolayca ölçülemeyen kişiler olarak kalmayı sürdürürler. Zeka, yalancılık ve kişisel özelliklerin IQ gibi basit rakamlarla veya yalan makinesi, beyin tarayıcı gibi cihazlarla ölçülebileceğine inanan psikologlar, ister istemez dikkatleri üzerlerine çekerler. Ancak, elde ettikleri veriler ve



Sol allta: **İngiliz anayasal uygulamalarının çığır açıcı belgesi *Magna Carta*'da yer alan ağırlıklar ve ölçüler. Belge Kral John tarafından 1215'te baronlarının ısrarı üzerine imzalanmıştı. Ortaçağ Latincesinden çevrilen yazının görülen bölümünde şöyle deniyor: "Krallığımızın her yerinde tek bir şarap ölçüsü ola; ve tek bir bira ölçüsü; tek bir tahıl ölçüsü ola, ve 'Londra Çeyreği' diye bilinen; ve (boyalı, sade ya da '*halberget*') tek bir kumaş ölçüsü ola, bir kumaşta iki endaze ola; ağırlıklar da ölçüler gibi ola." (İngiliz endazesi yaklaşık 45 inç, yani 114 cm idi.)**

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

sonuçlar hemen her zaman tartışma ve eleştiri konusu olur; özellikle de meslektaşları arasında. İnsan bedenini bilimsel bir deneymişçesine son teknolojiye sahip pahalı cihazlarla ve ilaç kullanımıyla ölçmeye ve denetlemeye kendilerini adamış doktor ve cerrahlar, sağlık sistemlerinin önceliklerini saptırmış, halkın tıbba olan güvenini azaltmıştır. Günümüzde daha çok takdir edilen tıp görevlileri, halen teknokratlardan ziyade şifacı olanlardır.

Ölçmeye en (kelimenin her iki anlamıyla da) duyarlı meslek sahipleri olan fizik bilimciler arasında dahi, ölçmenin sezgi ve hayal gücünü gölgede bırakmaması gerektiği anlayışı benimsenmiştir. Bilimde pek çok şey, yeterli beceriyle ölçülebilir, ama her şey değil. İsmi mutlak sıcaklık ölçüsü ile birlikte anılan 19. yüzyıl fizikçisi Lord Kelvin, şu sözleriyle kendi çağdaşı olan bilimcilerin adına da konuşuyordu: "Sözünü ettiğiniz şeyi ölçebiliyor ve rakamlarla ifade edebiliyorsanız, onun hakkında bir şeyler biliyorsunuz demektir. Ancak, rakamlarla ölçemiyorsanız, bilginiz yetersiz ve tatmin edici olmaktan uzaktır." Ne var ki Albert Einstein ve Richard Feynman da dahil, kimi büyük fizikçiler, deneysel verilerle elde edilen sayılar kadar, hatta onlardan da fazla, fikirlerden ilham almıştır. Einstein şöyle diyordu: "Görünen o ki... bilgi yalnızca deneyimden değil, zekanın icatları ile gözlemsel bulguların karşılaştırmasından kaynaklanıyor olmalı."



"Bilim Ölçmektir." Bu cümle büyük bir kuşun iskeletini ölçmek üzere mezurasını kuşanmış bir bilimciyi resmeden 1879-80'lere ait gravürün başlığını oluşturuyor. Cümle bilimcilerin kendileri, sosyal bilimciler ve halk tarafından hâlâ yaygın şekilde benimsenmiş olan bir görüşü ifade ediyor. Ancak, gerçekte ölçüm, bilimin vazgeçilmez parçası olsa da, tek başına yeterli değildir. Bilim verilere olduğu kadar, fikirlere ve teorilere de gereksinim duyar.

Geleneksel Birimler

17. yüzyılın ikinci yarısında Isaac Newton, Cambridge'den yaklaşık 80 kilometre uzaklıktaki Londra Kraliyet Akademisi sekreterine bir mektup göndermek istediğinde, adres bölümünü şöyle doldurmuştu: "*Mr. Henry Oldenburge'nin Westminster'daki St. Jameses Fields'de eski Palmail'in ortalarına yakın yerde bulunan evi.*" Adreste ne bina numarası belirtiliyordu ne de posta kodu. Hatta şehir ismi bile belirtilmemişti. Buna karşın, besbelli sözkonusu belirsiz adres, Londra'nın Batı Yakası henüz gelişmeden önce amacı karşılamakta yeterliydi.

İktisat tarihçisi Witold Kula, *Measures and Men* [Ölçüler ve İnsan] adlı kitabında "Bir su çukuru ile diğeri arasındaki tam mesafeyi ölüm kalım meselesi" olarak gören Şaran göçebelerinin, uzun mesafeleri tanımlamak için eskiden beri olağanüstü çeşitlilikte terimler kullandıklarını söylüyor: "Ve

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

böylece hesaplarını çubuk atış ya da ok atış mesafesine; sesin yayılma mesafesine; çıplak gözle yerden veya deve sırtından görüş mesafesine; gün doğumundan batımına, veya sabah erken saatten, gün ortasından, sabahın geç saatinden gün batımına yürüme mesafesine; yüksüz bir insanın yürüme mesafesine, kendisi yüklü veya eşeği yüklü veya yanında öküzü olan bir insanın yürüme mesafesine; ya da kolay veya zorlu araziyi yürüyerek aşma mesafesine göre yaparlar."

İnsanlık tarihinin büyük bölümüne hükmetmiş olan bağdaşmaz ya da standart dışı geleneksel ölçü birimlerinin sonu gelmez bir karmaşa, tartışma ve sahtekarlığa yol açtığını varsaymak pek de yanlış olmaz. Aristofanes'in oyunlarında betimlendiği üzere, Antik Atina'daki Agora'nın (pazar yeri) ağırlık ve ölçüm konusunda bol gürültülü tartışmalara sahne olmasına şaşmamalı. Metrik sisteme geçişi tam anlamıyla destekleyen Fransız Aydınlanmacı düşünür Marquis de Condorcet, 1793'te şöyle demişti: "Ölçüde birlik ancak ve ancak açılan dava sayısının azaldığını gören avukatların ve ticari işlemleri kolaylaştırıp sadeleştirecek herhangi bir şeyden doğabilecek kâr kaybından korkan tacirlerin canını sıkabilir... İyi bir kanun herkes için iyi olmalıdır, tıpkı (geometride) doğru bir önermenin herkes için doğru olması gibi." Biz modern çağ insanları ise uzak atalarımızın nasıl olup da durumu idare ettiklerini kendimize sormadan edemiyoruz. Aslen insan bedeninin değişken ölçülerini temel alan inç, fit, kübit ve kulaç gibi antik dönem birimleriyle yaşamlarını nasıl sürdürebildiler? Hem ölçülen ürünün tipine hem de ölçümün yapıldığı ülkeye göre değişen çok sayıdaki hacim birimleri de -gill'ler, galonlar, kileler, vb- işin cabası...

Yukarıdaki sorunun bir yanıtı, geçmiş çağların zamana karşı olağanüstü direnç gösteren teknolojik başarılarına dikkat çekmek olabilir. Antik Mısırlılar Piramitleri, Yunanlar Parthenon'u, Romalılar ise Colosseum'u ve muhteşem su kemerlerini inşa ettiler. Bilim devrimi öncesine denk gelen geçmiş binyıl ise Angkor Wat, Chartres Katedrali ve Tac Mahal gibi yapıların inşasına tanıklık etti. Bu da bize tamamen ayrı medeniyetlere ait mimar ve mühendislerin, kesinliği olmayan ölçülerle de başarıya ulaşabileceğini gösteriyor.

Sorunun bir diğer yanıtı da eski çağ toplumlarının günümüze kıyasla çok daha kapalı yaşadıklarını, uluslararası ticaretin çok daha kısıtlı olduğunu, uluslararası işbirliğinin ise hemen hemen hiç gerçekleşmediğini kendimize hatırlatmak olabilir. Bu nedenle de sözü geçen yapılar, her ne kadar muaz-



Bilimsel ölçümlemenin öncesine ait yapılar. Mısır piramitleri, modern çağ öncesi dünyanın geleneksel ölçü birimlerinin pratikliğini bizlere anımsatan çok sayıdaki heybetli yapıdan biridir. Modern dünyada ise bilim ve ticaretin uluslararası nitelik kazanması, birimlerde birlik sağlamayı zorunlu kıldı.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

zam olsalar da, toprağın, dilin, dinin ve kültürün biraraya getirdiği toplulukların ürünleridir. Bu yapılar günümüzdeki gibi çeşitli bölümleri dünyanın dört bir yanında üretilen ve sonra birleştirilen projelerden çok farklıdır. Eski zamanlarda konuyla ilgili herkesin, herhangi bir ölçü biriminin kullanımı üzerinde uzlaşması halinde, tasarımda herhangi bir uyumsuzluk olmuyordu. Kuşkusuz ki bu uzlaşıya rağmen, mimari tarihçilerinin keşfetmekten büyük zevk aldıkları türden pahalı hatalar yapıyorlardı, ama bu hatalar ölçü birimlerinin uyumsuzluğundan değil, kaçınılabilir yanlış anlamalardan ve yetersiz işçilikten kaynaklanıyordu.

Günümüz perspektifinden bakınca, fark edilmesi biraz daha zor olabilecek yanıtlardan biri de, artık kanıksadığımız, herkes tarafından onaylanmış evrensel standartlarla tanımlanmış nesnel birimler kavramının, sözkonusu endüstri öncesi toplumlara uygun olmayışıdır. Örneğin, Avrupa'da, 18. yüzyıl sonları gibi geç bir dönemde bile, yetersiz mahsul ve gıda dönemlerinde ekmeğin fiyatını sabit tutup, gramajını düşürmek fırıncılar arasında yaygın bir uygulamaydı. Böylece hem fiyattaki küçük artışı karşılayacak küçük bozuk paraların yokluğunun yarattığı zorluktan kaçınılmış oluyor, hem de nüfuzlu Aziz Thomas Aquinas'ın önerdiği ürünler için "adil fiyat" anlayışı korunmuş oluyordu.

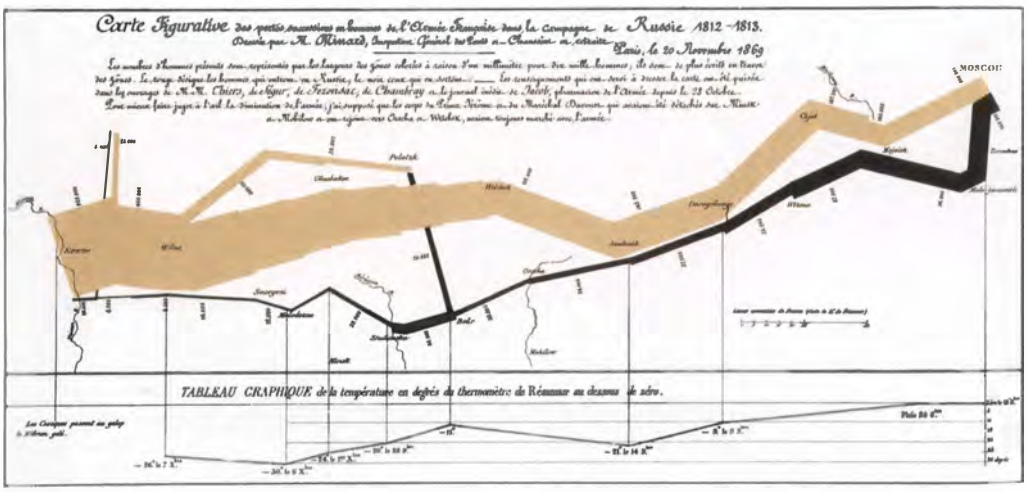


Ölçümün sihri. Yukarıda: Küresel Konumlama Sistemi'nin (GPS) uydularını kullanarak işleyen yön bulma (navigasyon) sistemi (solda) ile manyetik rezonans görüntüleme (MRI) kullanılarak gerçekleştirilen müdahalesiz beyin tarama işlemleri, günümüz ölçüm sistemleri arasında en harika ve geniş kapsamlı olanları arasındadır. Bu sistemler adeta bilimkurgu yazarı Arthur C. Clarke'ın üçüncü yasasını temsil ederler: "Yeterince gelişkin herhangi bir teknolojiyi, sihirden ayırt etmek imkansızdır."

Ekmek somunu ölçüsünde yapılan ayarlama, fazla göze batmadığı sürece halktan kabul görüyordu. Ancak, göze battığı durumlarda halk ayaklanıyordu. ("On üç" anlamına gelen "fırıncının düzinesi" deyimi, belki de değişken ekmek ölçülerine getirilen bir diğer çözümden kaynaklanıyordu: Fırıncı bir düzine somun fiyatına karşılık, araya fazladan bir somun katabiliyordu.) Bugün bize oldukça katı, hatta yasadışı gibi görünen uygulamalara, o zamanlar yetkililer ve halk tarafından izin veriliyordu. Ortaçağ başlarından 19. yüzyılda metrik sistemin ortaya çıkışına dek olan döneme ait bir diğer örnek de, dönüm, *perche*, *arpent* gibi arazi ölçülerinin her zaman yerel alan birimleriyle ifade edilmeyişiydi. Ekilebilir arazi tamamen farklı bir şekilde, aslında iki farklı şekilde ölçülebiliyordu: Sözkonusu toprağı sürerken geçen zamanla



Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



General Kış'ın karşısında rakamlar da çaresiz kalıyor. İstatistikçi Edward Tufte'ye göre 1869 tarihli Charles Joseph Minard'ın elinden çıkma bu grafik, "belki de şimdiye dek çizilmiş en iyi istatistiksel grafik." Grafik, Réaumur termometresinde sıfırın altındaki derecelere doğru azalmakta olan kış hava sıcaklığına karşılık, Napolyon'un felaketle sonuçlanan 1812 Rusya işgalinde ordudan verilen kayıpları gösteriyor. (Suyun donma noktası 0°R.) Tufte'nin çevirisine göre orijinal Fransızca başlıkta şöyle deniyor: "1812-1813 Rusya seferinde Fransız Ordusu askerlerinden birbiri ardına verilen kayıpların figüratif haritası. Kullanım Dışı Köprü ve Yollar Baş Müdürü M. Minard tarafından çizilmiştir. Paris, 20 Kasım 1869. Mevcut insan sayısı renkli hatlarla, her on bin kişiye karşılık bir milimetre oranında ifade edilmiştir; rakamlar hat boyunca yazılı olarak da belirtilmiştir. Kahverengi Rusya'ya giren, siyah ise Rusya'dan çıkan insanlara işaret etmektedir. Haritanın çizimine kaynak oluşturan bilgiler, M. M. Thiers'in, Ségur'un, Fezensac'ın, Chambray'in çalışmalarından ve 28 Ekim'den itibaren ordu eczacılığı görevini yürüten Jacob'un yayımlanmamış güncesinden elde edilmiştir."

ve gerekli tohum miktarıyla. Köylü ve toprak sahibi için bu rakamlar toprağın geometrik alanından çok daha yararlıydı ve daha çok şey ifade ediyordu. Böylece, Kula'nın yazdığı gibi, metrik sistem öncesi dönemde "ölçü sadece geleneksel bir yöntem değil, bir değer"di.

Birlik ve Kesinliğin Başlangıcı

Geleneksel birimlerin hatırı sayılır yararlarına karşın, 1789'a gelindiğinde Fransa'da ölçüler hem kral hem halk hem de bilimciler için ticari açıdan aşılması güç bir engel teşkil etmeye başlamıştı. Metrik sistem (zaman hariç) tamamen onluk taban üstüne kurulu tek bir ağırlık ve ölçü sistemiyle bu karmaşayı gidermek üzere tasarlandı ve bir metre, 1790'larda ölçüm yapan arazi mühendislerinin elde ettiği Yerküre çevresi ölçüsünün on milyonda birine eşit olacaktı. Ancak, yeni sistemin ortaya çıkardığı ekonomik sorunlar, Napolyon'u 1812'de ilk kanunu iptal ederek, eski ölçülerin birçoğunun metrik sistemin yanısıra kullanılmasına izin vermeye ikna etti. Bu orta yolu, "gerici bir hüküm ve soyu karışık bir sistem" olarak niteleyen bilimciler, değişikliğe itiraz ettiler. 1814'te, Napolyon'un görevden alınmasının hemen ardından XVIII. Louis yönetimindeki Bourbon monarşisi, Napolyon'un getirdiği orta yolu yeniden onayladı. Tam metrik sistem, ancak Bourbon monarşisi sonrası 1837'de, Fransız hükümetince yeniden yürürlüğe kondu ve 1840'ta yasal olarak bağlayıcı duruma geldi.

Orta yol dönemi süresince Britanya ağırlık ve ölçülerinde reform yapmakla görevli Kraliyet Komisyonu üyesi bir İngiliz bilimcisi, önemli birtakım gözlemlerde bulundu. Thomas "fenomen" Young 1820'lerde Kraliyet Akademisi'nin dışişleri bakanı ve Britanya hükümetin hayati *Denizcilik Almanağı*'nın yöneticisiydi. Aydınlanma bilginlerinin önde gelenlerinden biri olmanın yanısıra Young'ın onu, kendi bilim akademilerinin yalnızca sekiz yabancı üyesinden biri olarak seçen Fransız bilimcileriyle de yakın bağları vardı. Ancak, bilime ve Fransız bilimcilerine olan

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

düşkünlüğüne karşın Young, Britanya'daki ağırlıkta ve ölçümde birlik kanununa destek verememişti.

Britannica Ansiklopedisi'ne 1823'te konuyla ilgili yazdığı uzun bir tarihi araştırmada Young, artık Fransa'da, "Cepte üçgen prizması biçiminde, bir yüzü eski kraliyet fit birimleri ve inçlerini, bir yüzü devrimci okulun milimetreleri, santimetreleri ve desimetrelerini, üçüncü yüzü ise Jakoben ölçü ile kraliyet ölçüsünün yepyeni bir ultra-kraliyet kombinasyonunu gösteren küçük bir cetvel taşımanın alışkanlık haline geldiğini" not etmişti. Young'un "soğukkanlılıkla erişilmiş" çıkarımına göre, Fransız hükümetinin yapmaya çalıştığı gibi tüm ülkeye tek bir sistemi dayatmaktansa, Britanya hükümeti "Hem mevcut her türden yasal ölçülerde doğru ve birörnek standartlara ulaşılmasını; hem de kurallı veya kural dışı bölgesel ve yerel terimlerin doğru tanımları ile karşılaştırmalarını içeren sözlük ve tabloların çoğaltılması yoluyla, tüm ölçülerin anlaşılmasını sağlamalı." Diğer bir deyişle, Young'a göre tüm ağırlık ve ölçülere ortak bir bilimsel doğruluk standardı uygulamak, teoride ne denli arzulanır bir durum olursa olsun, sırf bilimsel prensip uğruna bilim dışı bireylerin değerler ölçeğini sarsmak son derece arzu edilmeyen bir durumdu. Devrimci ideolojiye karşı halk ayaklanması riskini göze almaktansa, devleti halkın alışkanlıklarıyla uzlaştırmak daha iyiydi. Young, ölçü birimlerinin geleneksel olmaktan öte, bir değere sahip olduklarını düşünen Kula'nın görüşünü hiç şüphesiz ki paylaşırdı.

Aynı temel bakış açısı, ABD'de de yaygındı. Fanatik bir nicelikçi olan Thomas Jefferson, metrik sisteme geçişi hem Fransız devrimi boyunca, hem de ABD başkanı olduğu dönemde desteklemiş ama yurttaşlarını ikna etme konusunda ümidini tamamen yitirmişti. Jefferson 1821'de ABD hükümetine konuyla ilgili rapor vermekle görevli, geleceğin başkanı John Quincy'ye şöyle demişti: "Ağırlıklar ve ölçüler konusuna adım attığın anda Solon ile Lycurgus'un farklı farklı tepkiler verdikleri bir soruyla yüzleşeceksin. Yurttaşlarımızı mı yasaya göre yoğuralım, yasayı mı yurttaşlarımıza göre?"

Metrik sistem Fransa ve çoğu Avrupa ülkesinin aksine, 19. yüzyıl boyunca ne Britanya'da ne de ABD'de yasal bağlayıcılık kazanabildi. Doğrusu bugün İngiliz yaşamının büyük kısmında metrik birimlerin kullanımı yasal olarak zorunlu olsa da, İngiltere de ABD de halen tam olarak metrik sisteme geçmiş değil. Öte yandan, 19. yüzyılın ortalarına gelindiğinde metrik sisteme geçiş dünya çapında belirginleşmişti. 1875'te, Paris'te 17 ulus ve imparatorluğun temsilcileri (Arjantin, Avusturya-Macaristan İmparatorluğu, Belçika, Brezilya, Danimarka, Fransa, Almanya, İtalya, Osmanlı İmparatorluğu, Peru, Portekiz, Rusya, İspanya, İsveç ve Norveç, İsviçre, Amerika Birleşik Devletleri ve Venezüella -Britanya bunların arasında değildi-) "Ağırlık ve ölçüm standartlarında uluslararası birlik ve kesinliği talep eden" Metre Antlaşması'nı imzaladılar.

Système International

İngiltere'nin 1884'te imzaladığı 1875 Antlaşması'nın ardından, Paris yakınlarındaki

Yanda: **Dünyanın metrik sisteme geçişi. Tarihlerin çoğu, belli bir ülkede metrik sisteme geçişe doğru atılan ilk resmi adımı temsil etmiyor çünkü bu tür adımlar genelde itirazla karşılaştı ve (1820'lerde ve sonrasında Japonya'da olduğu gibi) sonuçsuz kaldı. Tarihler bunun yerine, her ülkenin metrik sisteme başarılı bir biçimde, samimiyetle adım attığı dönemi temsil ediyor. O durumda bile sürecin tamamlanması onlarca yıl almış olabiliyor. Tıpkı 1920'lerden beri Çin'de ve 1960'lardan beri (metrik sisteme geçişi sıradışı biçimde gönülsüzce yaşayan) İngiltere'de olduğu gibi (bkz. sayfa 30-31). ABD'de metrik sisteme, özellikle de teknoloji ve bilim alanlarıyla bağlantılı olarak, gündelik yaşamda sıkça başvurulmasına karşın, (siyah renkle gösterilen) üç ülke, yani ABD, Myanmar (Burma) ve Liberya, henüz metrik sisteme geçişi yasallaştırmış değil. (Haritadaki tarihler ABD Metrik Birliği tarafından sağlanan verilerde küçük ayarlamalar yapılarak belirlenmiştir.)**

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Sevr'de Uluslararası Ağırlık ve Ölçüler Bürosu kuruldu. Büro, Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Komitesi'nce denetleniyor, Ağırlıklar ve Ölçüler Genel Kongresi'nce idare ediliyordu. Takip eden birkaç onyıl boyunca bu kuruluşlar çok sayıda ölçü biriminin standartlarını aşama aşama geliştirdi ve bilimsel çalışmalar için en tutarlı ve uygun ölçüm sistemi konusunu tartıştı. Sonunda birimler konusunda bir uzlaşıya varıldı. 1960'ta yapılan 11. Genel Konferans'ta genellikle SI sistemi diye bilinen "Système International d'Unités [Uluslararası Birimler Sistemi]" bilim alanında benimsendi ve çok geçmeden uluslararası işbirliğinin parlak bir örneğini teşkil etti. SI yedi temel birimden oluşur: (Uzunluk için) metre, (kütle için) kilogram, (zaman için) saniye, (elektrik akımı



Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

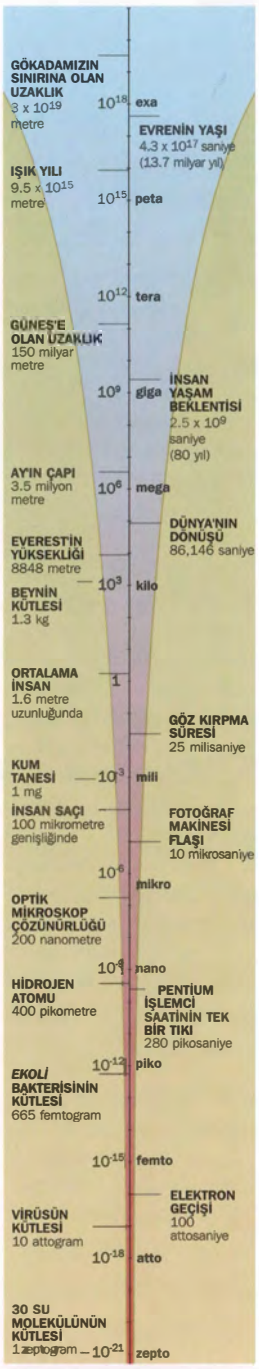
için) amper, (termodinamik ısı için) kelvin, (madde miktarı için) mol ve (ışık şiddeti için) kandela. Bunlardan da (frekans için) hertz, (elektrik gücü için) watt ve (ısı için) Celcius gibi pek çok temel olmayan SI birimleri türetilir.

Metre Antlaşması'nı ve ardından SI'yı doğuran şey, elbette ki 19. ve 20. yüzyıllarda bilim ve teknolojide yaşanan, örneği görülmemiş ilerlemelerdi. Dünyanın neresinde konumlanmış olurlarsa olsunlar, tüm bilimcilerin ölçüm ve hesaplama için evrensel olarak anlaşılabilir ve matematiksel olarak uygun ölçeklere gereksinimleri vardı; hem atom ve atomaltı dünyanın küçüklüğünü, hem de astronomik dünyanın devasalığını ifade edebilecek türden ölçeklere. Bu da büyüklük olarak kuarklardan gökadalara dek uzanan, 10 üssü 40'ın bile üzerine varan bir yelpazeyi kapsar. 10 üssü eksi 6 (10^{-6}) milyonda birdir, 0.000 001; 10 üssü eksi 3 (10^{-3}) binde birdir, 0.001; 10 üssü 3 (10^{3}) bindir, 1000; 10 üssü 6 (10^{6}) bir milyondur, 1 000 000; ve böylece yükselir. Ama 10 üssü 40 (10^{40}) anlaşılması öyle olanaksız bir ölçü aralığıdır ki, hayalimizde canlandırmaya çalıştığımız zaman aklımız duracak gibi olur. Buna karşılık SI sisteminin, ne denli büyük olursa olsun, bu tür sayıları ölçmekte bir sorunu yoktur.

En küçük ölçekte bilimsel ölçüme şöyle bir göz atmak için 2006 tarihli *Nature* dergisinde yer alan kısa bir habere bakmak yeterli. Haberi okurken nanometrenin 10^{-9}'un (0.000 000 001 metre) ve zeptogramın da 10^{-21}'in (0.000 000 000 000 000 000 001 gram) resmi SI karşılığı olduğunu aklınızda bulundurun.

Haber şöyle: "ABD'li araştırmacılar kütlenin zeptogram çözünürlüğüyle ölçümüne dayalı bir algılama tekniğini mükemmelleştirdiler. Bu geliştirilmiş teknik sayesinde artık onlarca atomun ya da tek bir molekülün ağırlığı ölçülebilecek... Ölçüm cihazını geliştirebilmek için *California Institute of Technology*'den [California Teknoloji Enstitüsü] bir grup bilimci, çok yüksek ve belli bir frekansta titreşen 70-100 nanometre kalınlığında silikon karbit ışınları kullandılar. Ekip, ışınlara zenon ve nitrojen gazları püskürterek titreşim frekanslarındaki değişimleri kaydetti. Frekans değişimi, salınan gazın miktarıyla karşılaştırılarak zeptogram ölçeğinde güvenilir bir kütle ölçümü elde edildi."

Ölçümcülerin becerileri gerçekten çok etkileyici. Ama zepto dünyası fikri kulağa ne kadar cazip gelse de, bizimle ilgili bir konu gibi görünmüyor. Buna karşılık hiç şüphesiz Syracuse'li Arşimet'in ilkel ölçüm çağında gerçekleştirdiği küçük düşünce deneylerinden biri çok daha şaşırtıcı. MÖ 3. yüzyılda bu öncü Yunan bilimci, kendisine ait Kum Hesaplayıcısı'nı kullanarak 10 üssü 51 (10^{51}) ya da 1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 kum tanesinin evrenin tamamını, sabit yıldızların en dış çeperine dek dolduracağını hesapladı. Acaba Yunan sofistlerin en ünlüsü Protagoras'ın 2500 yıl önce dediği gibi, gerçekten de "her şeyin ölçüsü" insan mı? Yoksa insan denen varlık evrende, yeryüzündeki kum tanesi kadar önemsiz bir zerre mi?



Gökadalardan atomlara. Bilim 10 üssü 40'ların da üstüne kadar ölçüm yapabilir.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Ölçümün Tarihçesi

Buzul Çağları	Kemikler üstüne çentiklenen ay takvimleri
MÖ 8000	Hesap için kullanılan kil markalar
MÖ 4. binyıl sonları	Alfabenin icadı
MÖ 2. binyıl sonları	Küre biçiminde Dünya teorisi
y. MÖ 500	Suda yüzme prensibinin keşfi
MÖ 3. yüzyıl	Yerküre çevresinin ölçümü
MÖ 129	Yıldızların kataloglanması
MÖ 46	Jülyen takvimin (Rumi takvim) geliştirilmesi
MS 1. yüzyıl	Koordinatlarıyla dünya haritasının oluşturulması
1215	Magna Carta ile İngiliz ağırlık ve ölçülerinde birlik talep edilmesi.
1543	Güneşmerkezli Güneş Sistemi teorisi
1582	Gregoryen (miladi) takvimin geliştirilmesi
1594	Logaritmik tabloların icadı
17. yüzyıl başları	Optik mikroskobun icadı
1609	Teleskopun icadı
1609-20	Gezegen hareketleri yasaları
1628	Kan dolaşımının ölçümü
1644	Cıvalı barometrenin icadı
1676	Işık hızının ölçülmesi
1687	Mekanik ve yerçekimi yasaları
1705	Kuyrukluyıldız yasaları
1720'ler	Cıvalı termometre ve Fahrenheit ölçeğinin icadı
1735-50'ler	Canlı formların sistemleştirilmesi
1742	Celcius ısı ölçeğinin geliştirilmesi
1761	Boylamın deniz kronometresi ile ölçümü
1791	Fransa'nın meridyeni temel alan ölçüm standardını onaylaması
1792-9	Fransız meridyeninin ölçümü
1801	Metrik sistemin tüm Fransa'da zorunlu kılınması
1807	Esneklik modüllerinin keşfi
1808	Atomik ağırlıkların ve moleküler formülün keşfi
1812	Mohs mineral sertliği ölçeğinin geliştirilmesi
1816	Stetoskobun icadı
y. 1830'lar	Jeolojik zaman ölçeğinin geliştirilmesi
1830'lar-40'lar	Elektrik ve manyetik fenomenlerinin ölçülmesi; elektromanyetizma teorisi
1835	Sfigmomanometrenin icadı
1839	Fotoğrafçılığın icadı
1844	Mors alfabesinin icadı
1852	Dünyanın en yüksek dağının (Everest) ölçülmesi
1859	Salınım ve soğurma tayfının ölçümü
1869	Doğal seçilim teorisi
1875	Periyodik Elementler Tablosunun keşfi
1880'ler	Sismografın icadı
1884	Elektromanyetik dalgaların ölçümü
1888	Greenwich meridyeninin sıfır boylamı olarak benimsenmesi: Greenwich Zamanı'nın (Greenwich Mean Time, GMT) ve zaman dilimlerinin belirlenmesi
1890'lar	Uluslararası Fonetik Alfabe'nin icadı
1895	Parmak izi alımının geliştirilmesi
1897	X-ışınlarının keşfi
1900	Dow Jones Sanayi Endeksi'nin icadı
1900-2	Kuantum teorisi
1905	Kan gruplarının keşfi
1911	Nükleer yapının ölçümü
1912	Zeka Sayısının (IQ) Stanford-Binet testi ile ölçümü
1913	Atomların X-ışını kristalografisiyle ölçümü
1916	Genel Görelilik Teorisi
1923	Desibel ölçeğinin geliştirilmesi
1927	Heisenberg'in belirsizlik prensibi
1928	Geiger-Müller sayacının icadı
1929	Evrenin genişlemesinin ölçümü
1931	Geçirmeli elektron mikroskobunun icadı
1932	Nötronun keşfi
1935	Richter deprem büyüklüğünün geliştirilmesi
1940'lar	Elektronik bilgisayarların icadı
1950'ler	Sezyum ışınlı atom saatinin icadı
1953	DNA'nın çifte sarmal yapısının keşfi
1957	Yapay uydu Sputnik'in uzaya gönderilmesi
1958	Atmosferik karbondioksitin gözlemlenmesi
1958-60	Lazerin icadı
1960	Système International'in (SI) geliştirilmesi
1960'lar-70'ler	Standart Model teorisiyle atomaltı parçacıkların açıklanması
1965	Kozmik mikrodalga fon ışınımının tespit edilmesi
1968-72	Apollo uzay aracıyla Ay'a yolculuk
1969	Uluslararası Standart Kitap Numarası'nın (ISBN) geliştirilmesi
1970'ler	Elektronik hesap makinesinin icadı
	Küresel Konumlama Sistemi'nin (Global Positioning System, GPS) icadı
1975	Fraktal teori
1980'ler	Manyetik rezonanslı görüntülemenin (MRI) icadı
1990	Hubble uzay teleskopunun uzaya gönderilmesi
1991	World Wide Web'in icadı
2004	İnsan genomunun dizilimi
2008	Büyük Hadron Çarpıştırıcısı adlı parçacık hızlandırıcının devreye sokulması

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

ÖLÇÜMÜN ANLAMI

Ölçtüğümüz onca şeyin arasında, gündelik yaşamda en çok farkına vardığımız şey "zaman"dır. Herkesin elinin altında bir saati vardır ve herkes zaman birimlerini bilir: Saniye, dakika, saat, gün, hafta vb... Bir dakikanın 60 saniyeden, bir saatin 60 dakikadan, bir günün 24 saatten, bir haftanın 7 günden oluşmasına hepimiz alışkınızdır. Fransız Devrimi bir günü 10 saate, bir saati 100 dakikaya, bir dakikayı 100 saniyeye dönüştürmeye ve bir haftayı 10 güne çıkarmaya çalıştığında, halk açıkça ayaklanmıştı. Ondalık tabana dayalı bilimsel bir sistem olan Système International (Uluslararası Sistem) bile saniyeyi temel birimlerden biri olarak benimser. Peki insanda az da olsa şaşkınlık yaratan bu sayılar (60, 24 ve 7) nereden geliyor?

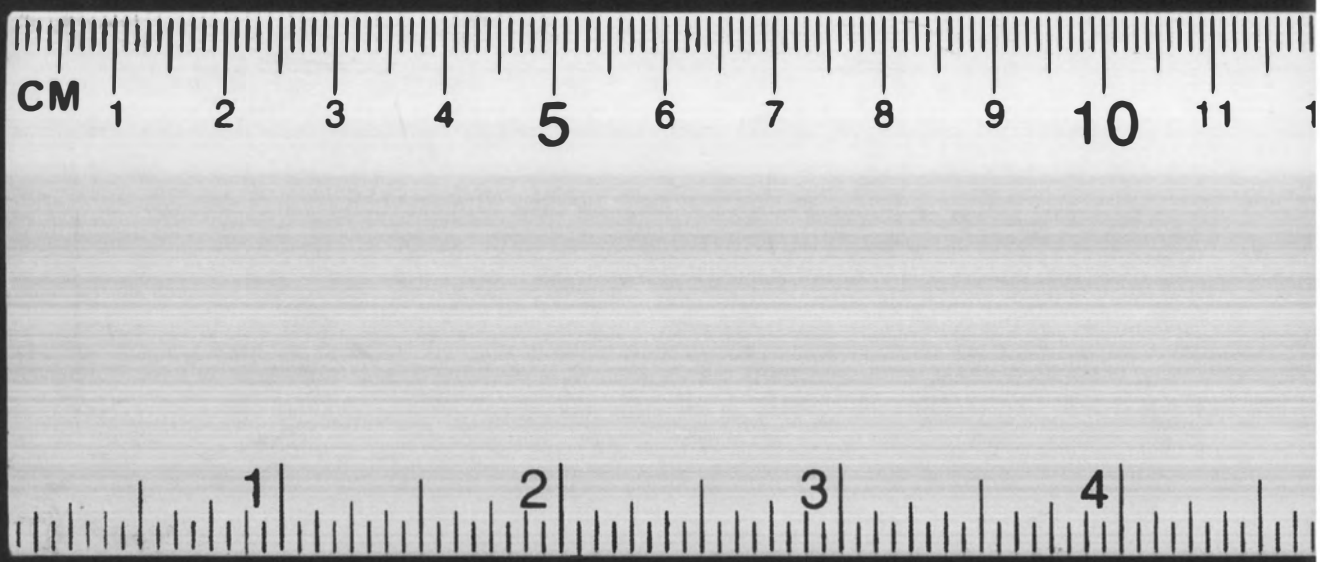
60 dakikalık saati, Antik Mezopotamyalı Babillilerden aldık. 24 saatlik günü, gündüz ve geceyi 12 saate bölen Antik Mısırlılardan edindik. Helenistik astroloji ve Yahudi-Hıristiyan takviminden ise 7 günlük haftayı aldık.

Asıl anlaşılmaz olan, bu zaman dilimlerinin sözkonusu uygarlıklara neden böyle cazip göründüğü ve binlerce yıl sonra bizim onlara neden hâlâ sıkı sıkıya tutunduğumuz sorusudur. Diğer bir deyişle, belli bazı sayıların önemi nedir, ayak, libre ve galon gibi geleneksel ölçüler nasıl gelişmiştir ve insanlık için neden bu denli anlamlıdırlar?

İsviçre, Bern'de bir 16. yüzyıl saat kulesi. Ana saatin altında hareketli zodyağı ile bir astronomik saat, onun sağında ise bir *glockenspiel* yer alıyor. En üstte her saat için bir gong çalan temsili bir erkek figürü bulunuyor. *Glockenspiel*'in içinde bir soytarı figürü sırayla iki çanı çalarken, haftanın her bir günü, yuvarlak platform üstündeki yedi ayıdan biri dönüyor. Bu fotoğraf, Bern'de yaşayan, genç İsviçre patent memuru Albert Einstein'ın, zamanın gizemi üzerine kafa yormaya başladığı 1900 yılı civarında çekildi.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

1. Bölüm *Metrik Sisteme Doğru*



Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

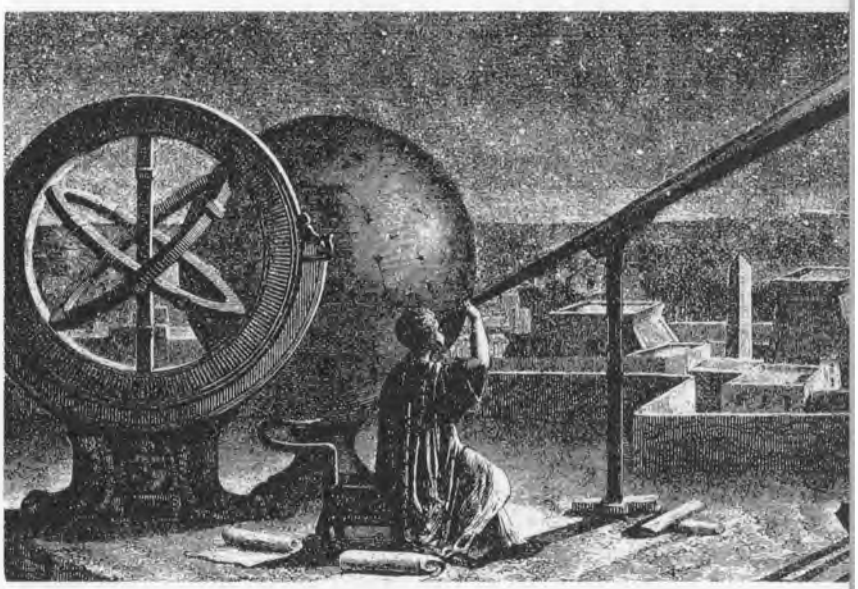
Yerküre'nin Antik Yunanlar Tarafından Ölçümü

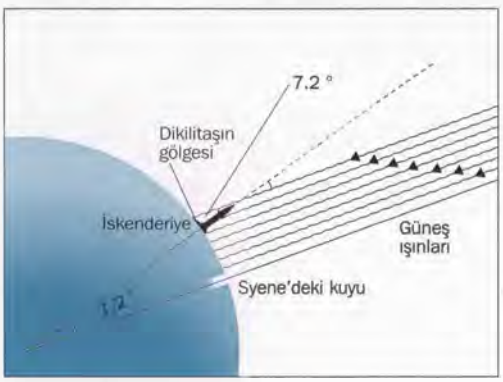
Yerküre'nin ölçümü konusunda Antik Yunanlara iki önemli görüş borçluyuz: Dünya'nın düz değil, yuvarlak olduğu ve Dünya'nın Güneş etrafında değil (güneşmerkezli sistem) Güneş'in Dünya etrafında (yermerkezli sistem) döndüğü görüşü. Bu görüşlerden ilki teorik olarak MÖ 6. yüzyılda, Pisagor tarafından öne sürülmüş, 4. yüzyılda ise gözlemsel olarak Aristoteles tarafından desteklenmişti. Sözkonusu görüşün karşısında kaydadeğer itirazlar yoktu. İkinci görüş ise Arşimet ve Batlamyus (Ptolemeus) da dahil hemen tüm düşünürler tarafından kabul gördü. Tek istisna MÖ 3. yüzyılda, mevsimlerin oluşumunu da sağlayan güneşmerkezli bir sistem içinde dönmekte olan Yerküre görüşünün sahibi, aykırı gökbilimci Aristarkos'tu. Yermerkezlilik konusundaki görüş birliği, 16. yüzyılda yaşayan Kopernik'e kadar, yaklaşık 2000 yıl sürecekti.

Daha sonraki üç Yunan düşünür Eratosthenes, Hipparkos ve Batlamyus başka bazı önemli katkılarda bulundular. MÖ 235'te İskenderiye kütüphanesinin yöneticiliğine gelen Eratosthenes, Yerküre'nin çevresini çok yakın bir tahminle bildi. Geleneksel öyküye bakılırsa, Eratosthenes ölçümü yaparken, Syene'nin (bugünkü Asvan) ücra bir köşesindeki kuyu ile İskenderiye kütüphane arazisinde yer alan bir dikilitaştan yararlandı. Güneş ışınlarının duvarda hiç gölge bırakmadan, kuyuya dik olarak düştüğü gün (Syene Yengeç Dönencesi'nde olduğundan, sözkonusu gün yaz gündönümü olmalı) Eratosthenes İskenderiye'de dikilitaşla onun gölgesi arasındaki açıyı ölçtü. Her iki yer de hemen hemen aynı boylamda yer aldığından, elde edilen açı Syene ile İskenderiye arasındaki enlem farkını ortaya koyuyordu. Aşağıdaki şemadan, Yerküre merkezindeki kuyu ile dikilitaşın oluşturduğu açının (tanım itibariyle enlemleri arasındaki farkın) basit bir geometriyle neden gölgenin açısına eşit olması gerektiğini anlayabilirsiniz. (Bu durumda mantıken Güneş'in Dünya'ya paralel ışık gönderecek kadar uzak olduğunu varsayıyoruz). Bulunan açı 7.2 ° idi. Deve yolculuğuyla İskenderiye ile Syene arasındaki yaklaşık 5000 *stadya* (ölçüm çubuğu) olarak bilinen mesafe göz önüne alındığında, Yerküre'nin çevresi 5000'in 360 : 7.2 oranı ile çarpımı sonucu elde edilebilirdi. Bu da 250,000 stadya sonucunu ortaya çıkarıyordu. Stadyanın

Altta: **Hipparkos, Rodos veya İskenderiye'de gökleri inceliyor.**

Sol altta: **Eratosthenes'in Dünya'nın çevresini ölçümü (açıklama için metne bakınız).**



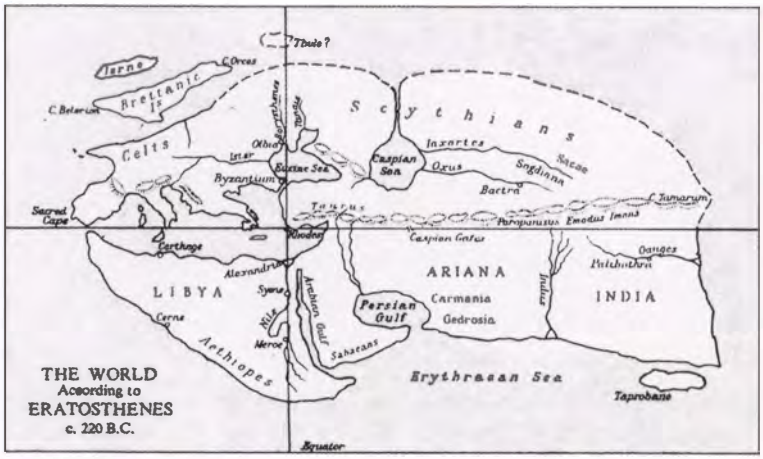




Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

uzunluğu halen tartışma konusu olsa da, bu hesabın günümüz ölçülerine göre karşılığı 39,690 km'ye denk gelir ki, bu da Yerküre'nin ekvatoral çevresi olan 40,075 km'lik değere oldukça yakındır.

Klasik dönemden günümüze ulaşan tek bir harita bile yoktur, ama günümüze kadar gelen belgelerdeki verilere bakarak Eratosthenes'in dünyasını yeniden kurgulayabiliriz. Tahmini haritadan da açıkça anlaşıldığı üzere, Eratosthenes (Syene'yi İskenderiye ile aynı çizgiye yerleştirse de) enlem ve boylam çizgileri kullanmamıştı. Bunlar Eratosthenes'in katı tenkitçisi Hipparkos'un icatlarıydı. MÖ 2. yüzyılda yaşayan Hipparkos bilinen ilk yıldız kataloğunu oluşturdu ve MÖ 129'da tamamladı. Olağanüstü bir başarı sayılan bu katalog, 850 adet yıldızı içeriyordu ve yıldızlar göksel enlem ve boylamlarına ve görünür parlaklıklarına göre ölçülmüştü. Bunun için, günümüzdekine benzer, altı parlaklık derecesinden oluşan bir sistem kullanılmıştı.



Yukarıda: **Eratosthenes'in bilinen dünyaya ait haritasının tahmini çizimi.**

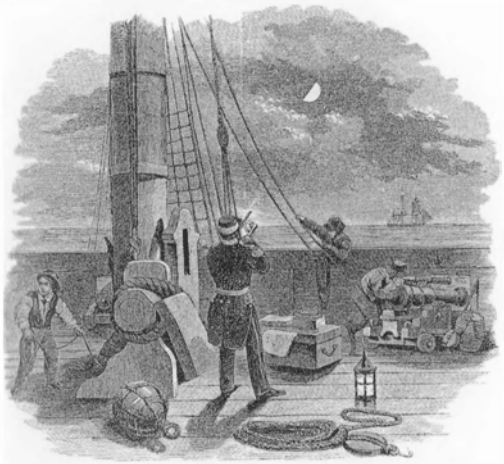
Hipparkos'un, MS 1. yüzyılda yaşayan, haritacılığın babası Batlamyus (Ptolemeus) üzerinde büyük bir etkisi vardı. Batlamyus, Fortunate Adaları'ndaki (Kanarya Adaları) başlangıç meridyeninden doğu yönüne uzanan boylam sistemi ile ekvatorun kuzey ve güneyinde uzanan enlemi temel alan Hipparkos sistemini adapte etmişti.



Solda: **Batlamyus'un dünya haritası, 1482. Batlamyus'a ait orijinal haritalardan hiçbiri günümüze ulaşmadı ama ona ait 8000 yerin adını ve koordinatlara göre konumunu içeren dünya atlası kullanılarak, 15. yüzyılda İtalya ve Almanya'da Batlamyus haritaları yeniden yaratıldı. Örnekte görülen 1482 basımlı harita da onlardan biri. Pek çok hataya ve Rönesans'ın henüz yeşermekte olan coğrafi bilgisine karşın, Batlamyus'un antik haritalarının etkisi büyük oldu.**

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Enlem ve Boylam



Hipparkos Yerküre üzerindeki coğrafi konumları enlem ve boylamla ifade edebilmek için teorik bir koordinat sistemi icat etmişti. Ancak, bu icadı takip eden, ticaret ve keşif dolu uzun yüzyıl boyunca seyyahlar, özellikle de deniz gezginleri, konumlarını belirlemek için pratik yöntemler geliştirmek zorunda kaldılar.

Deniz seyahatinde sıkça başvurulan yöntem "kör tahmin"di. Bunun için suya bırakılan bir kütük ve ona bağlı ip ile astronomik gözlemlerin kombinasyonundan yararlanılırdı. Denizci geminin pruvasından bir ipe bağlı kütüğü denize atar, onun kıç tarafında sürüklenişini gözlemlerdi. Kütüğün gemi mesafesini kat etmesi için geçen süreyi belirleyen denizciler, gemilerinin hızını hesaplarlardı (gerçi bu basit yöntem, denizdeki akıntıyı hesaba katmazdı). Ardından Güneş'in ve gece yıldızların açısını çapraz çubuk, arka çubuk veya usturlap ile ölçerek, geminin enlemini belirlerlerdi. Böylece yön ve hareket tayini yapmış olurlardı.





Boylamı belirlemek ise çok daha zorluydu. Batlamyus A ile B yerleri arasındaki boylam farkını hesaplayabilmek için Pisagor'un dik açılı üçgen teoremini kullanmıştı. Ama sorun şuydu ki, onun üçgeninin "bilinen" iki kenarı, A ve B enlemi arasındaki enlem paralelinin uzunluğu ile A ve B arasındaki kuş uçuşu mesafeydi (hipotenüs). Ne var ki bu mesafelerin her ikisi de, Yerküre'nin boyutu ve biçiminin belirsizliği dolayısıyla kesin olmayan mesafelerdi. O dönemde artık çoğu düşünürün inandığı üzere, Dünya'nın yuvarlak olduğu varsayılsa bile, kimse Yerküre çevresinin tam ölçüsünü ya da Yer üzerinde bir derece enlem veya boylama karşılık gelen mesafeyi bilemiyordu.

Yine Yunanlarca bilinen alternatif bir seçenek, boylam-zaman denklemini içeriyordu. Dünya kendi ekseni üzerinde dönerken, belli bir boylamdan batıya doğru uzaklaştıkça gün

Yukarıda: **Bir denizci usturlabı. Usturlapların tarihi 6. yüzyıla kadar gidiyor, ama gökbilimciler arasındaki yaygın kullanımı Avrupa ve İslam dünyasında Ortaçağ başlarına, denizciler arasındaki kullanımı ise 15. yüzyıl ortalarına denk düşüyor. Bu aletlerle Güneş'in veya bir yıldızın ufuktaki açısal yüksekliği ölçülerek, gemilerin enlemi bulunurdu. Usturlapların yerini sonraları, izleme işlemini teleskopla gerçekleştiren sekstantlar aldı (sol üstte).**

Solda: **William Hogart'ın *Ahlaksızın İlerlemesi* isimli eserinden bu detay, akıl hastanesinin duvarlarına boylam çizgileri çizen bir akıl hastasını resmediyor. 18. yüzyılda boylam tespitine yönelik öneriler mantar gibi türemişti.**

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

doğumu vakti daha ileri doğru kayar. (1884'te Londra'daki Greenwich, başlangıç meridyeni olarak belirlendi: Buna göre New York, Greenwich'in 5 saat gerisinde, San Francisco ise New York'un 3 saat gerisindedir.) Boylamın 360 derecesi, Dünya'nın tam dönüşüne karşılık gelen 24 saati kapsar. Diğer bir deyişle boylamdaki bir derecelik her değişimle birlikte yerel saat 4 dakika değişir. Böylece o noktaya göre Yerküre'nin aksi yönündeki yerel saat, doğal olarak 720 dakikalık, yani 12 saatlik fark gösterir.

Ancak, 18. yüzyıldan önce doğru işleyen taşınabilir saatler olmadığı için, seyrüseferlerin -ayrıntılı astronomik gözlemler sonucu göksel saat kullanılarak belirlenen- yerel saati, Londra'da ölçülen saatle karşılaştırmaktan başka şansı yoktu. Yani boylamın (tıpkı enlem gibi) tamamen astronomik olarak belirlenmesi gerekiyordu ki, bu da "Ay mesafesi" yönteminin kullanılması anlamına geliyordu. 18. yüzyılın gitgide gelişen teleskopları sayesinde seyrüseferciler yerel ölçümle belirledikleri Ay'ın ufuk üzerindeki yüksekliğini, belli bir yıldızın ufuk üzerindeki yüksekliğini ve Ay ile Güneş arasındaki açısal mesafeyi, aynı konumları içeren tablolarla karşılaştırabiliyorlardı. Londra ya da Paris'te hazırlanan bu tablolar, aynı tarihte günün ve gecenin belli vakitlerine göre tespit edilmiş gezegen ve yıldız konumlarını kapsıyordu. Seyrüseferci gökten yararlanarak yerel saati belirleyebildiği için, Londra ya da Paris'le arasındaki zaman farkını ve böylece kendi boylamını çıkarabiliyordu. Ancak, bunlar oldukça zor hesaplardı, ışık kırılması, paralaks ve ufuk eğimi gibi etkenler yüzünden düzelti gerektiriyordu ve gemi sallanırken tüm bu işlemleri yapmak neredeyse olanaksızdı.



İlk kez 1767'de kraliyet gökbilimcisi tarafından yayımlanan *Nautical Almanac*'ta [Denizcilik Almanağı] düzenli olarak güncellenen (ve *efemerisler* diye bilinen) bu tablolar, Britanya gibi deniz seferlerine düşkün bir ülke için 19. yüzyıla dek ulusal önemini korudu. Ancak, 18. yüzyıl ortalarında John Harrison tarafından tasarlanan deniz kronometreleriyle birlikte saatlerin taşınabilirliği ve doğruluğu da zaman içinde büyük ölçüde gelişti. 1884'ten sonra seyrüseferciler bir saate bakarak yerel saatlerini Greenwich Saati ile karşılaştırabiliyor, boylamlarını kolayca belirleyebiliyorlardı. Günümüzde elbette hem enlem hem de boylam, Küresel Konumlama Sistemi'nin uyduları sayesinde, birkaç tuşa basarak öğrenilebiliyor.



Aşağıda: **Deniz kronometresinin mucidi John Harrison (1693-1776). Bir marangozun oğlu olan Harrison, uzun yaşamını saat yapımına adadı ve doğruluk oranı oldukça yüksek, beş adet kronometre üretti. Bunlardan en ünlüsü 4 Numara'dır (yukarıda). 1761'de kronometre, deneme amacıyla İngiltere'den Batı Hint Adaları'na götürüldü ve iki aydan uzun süren yolculuğun sonunda kronometrenin yalnızca beş saniye şaştığı görüldü. Kronometrenin bir kopyası ikinci büyük seferine çıkan Kaptan James Cook için üretildi ve onun sayesinde Cook, Pasifik'i güvenle haritalamaya başlayabildi. 1773'te, Kral III. George'un şahsi müdahalesiyle Harrison, herkesin imrendiği 20,000 paundluk ödülün sahibi oldu. Bu ödül Parlamento tarafından 1714'te "Denizde Boylam Belirleme"ye karşılık verilmek üzere önerilmişti. Portrede Harrison'un 3 numaralı kronometresi arkasında (çok büyük boyutlarda çizilmiş olarak) görülüyor, sağ elinde ise 4 numaralı kronometre duruyor.**

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Yerküre'nin Biçiminin Anlaşılması



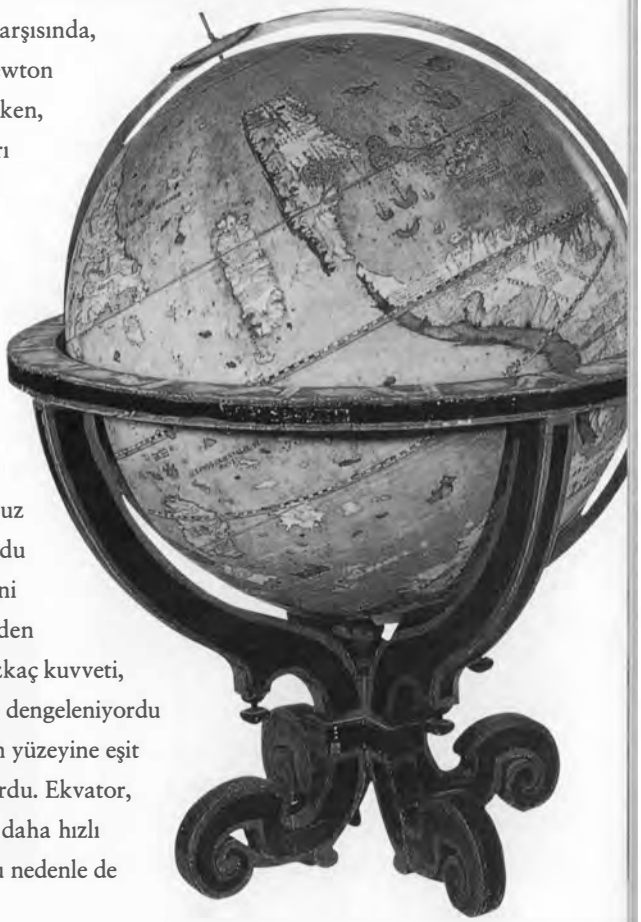
Solda: **1667-72'de kurulan Paris Gözlemevi. Gözlemevinin ilk yöneticisi Jean-Dominique Cassini'ydi. Burası Avrupa'nın önde gelen gökbilim ve haritacılık merkezine dönüştü.**

Aşagıda: **1520'de, Nüremberg'de Johannes Schöner tarafından yapılan ve günümüze dek ulaşan ilk yerkürelerden biri. Küre, Martin Waldeseemüller'in 1507 tarihli haritasını temel alıyor ve buna göre Kuzey ile Güney Amerika'nın arasında bir boğaz vardı; Japonya ise Kuzey Amerika'nın batısında büyük bir adaydı.**

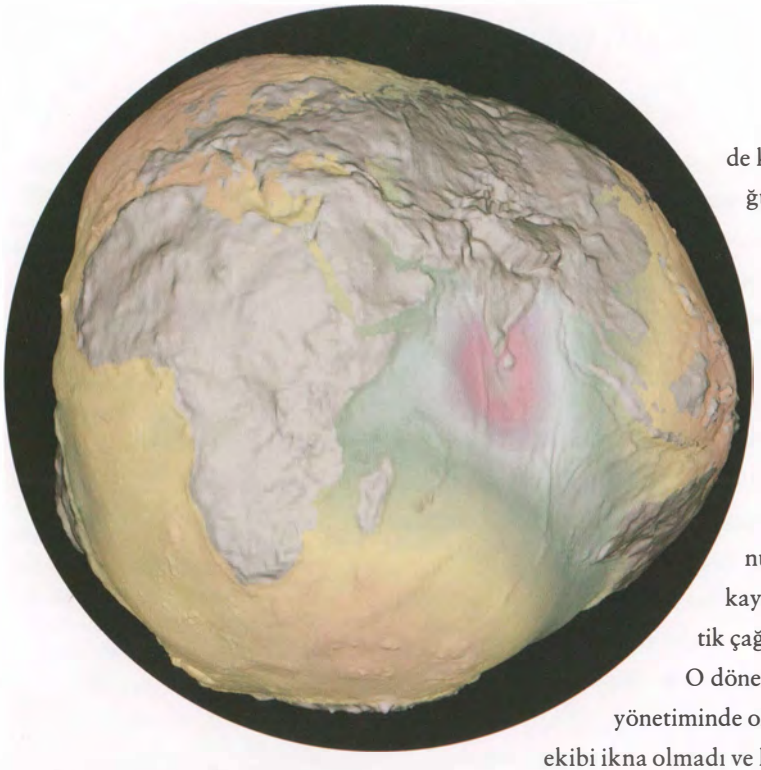
15. yüzyılın sonunda Yerküre'nin yuvarlaklığına ilişkin antik Yunan inancı ile Batlamyus'un enlem ve boylam görüşleri büyük ölçüde benimsenmişti. Hem kağıt hem de küreler üzerinde haritacılık gelişmeye başladı. Coğrafi çizimler hâlâ ilkeldi (Columbus, keşfettiği Batı Hint Adaları'nın, Asya'nın doğu kıyısı açıklarındaki adalar olduğunu sanmasıyla ünlüdür), ama Avrupalılar belli bir enlemde batıya ya da doğuya doğru yol alırlarsa, başlangıç noktasına döneceklerini büyük ölçüde anlamışlardı.

16. yüzyılın büyük deniz seferleri sayesinde coğrafya netleştikçe, arazi keşif seferlerinin teknikleri de gelişti ve 1533'te Antwerp'te yayımlanan bir kitapta nirengiden ilk kez söz edildi. 17. yüzyılda ise üçgenlere bölünen istasyonların izlenebilmesi için çapraz kıllı teleskoplar kullanıldı. Bunlar 1670'lerde Fransa'da geliştirilmişti. Fransa Jean Dominique Cassini yönetiminde tam bir arazi keşif seferi düzenlemeye kalkışan ilk ülkeydi. Sözkonusu seferin sonucunda mevcut haritaların batı kıyı şeritleri, Paris meridyenine kıyasla yaklaşık bir buçuk boylam derecesi kadar doğuya; güney kıyı şeridi ise yarım enlem derecesi kadar kuzeye kaydı. Brest 177 kilometre oynadı, Marsilya ise 64 kilometre. 1682'de Kral XIV. Louis, aklında ulusal bir arazi keşif seferi olduğu halde, kendi kurduğu kraliyet gözlemevini ziyaret ettiğinde ve tepesi törpülenmiş krallığının yeni haritasıyla karşılaştığında, ölçümcülere şöyle haykırmıştı: "Seferiniz krallığımın koskoca bir parçasına mal oldu!"

Manş Denizi'nin karşısında, Cambridge'de ise Newton yerçekimini hesaplarken, Yerküre'nin boyutları konusunda Fransız verilerinden yararlanıyordu. Newton'un devrim niteliğindeki yeni yerçekimi teorisi önemli bir öngörünün yolunu açtı. "Dünya, kusursuz bir küre değil" diyordu Newton. Kendi ekseni etrafındaki dönüşünden kaynaklanan merkezkaç kuvveti, yerçekimi kuvvetiyle dengeleniyordu ama bu kuvvet, yerin yüzeyine eşit ölçüde uygulanmıyordu. Ekvator, kutup bölgelerinden daha hızlı hareket ediyordu. Bu nedenle de



Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Dünya, ekvator kısmı hafifçe çıkıntılı, kutupları daha düz, yani alt ve üstü basık küremsi bir yuvarlağa benzemeliydi. Diğer bir deyişle, tepesi basık bir domates gibiydi. Ayrıca ekvatordaki yerçekimi kuvvetinin de kutuplardan az olması gerekiyordu, çünkü Newton'un teorisine göre Yerküre merkezinden uzaklaştıkça yerçekimi kuvveti zayıflıyordu.

Newton teorisini doğrulamak için bazı önemli kanıtlar ileri sürdü. İlk olarak, kuzeye doğru ilerledikçe enlem derecesinin bir miktar büyüdüğünü ortaya koyabilmek amacıyla Fransızların meridyen araştırmalarını yeniden analiz etti. Sözkonusu artış, çıkık bir ekvator ile yassı kutuplardan beklenecek doğal bir sonuçtu. İkincisi, Newton'a göre ekvatora götürülen bir sarkaçlı saat biraz daha yavaş ilerleyecekti, çünkü yerçekimi bu bölgede daha zayıftı. Bu önerme, bir Fransız bilginin sözü geçen türde bir saati 1672'de Karayipler'e götürmesiyle doğrulandı. Üçüncüsü, Newton, gökbilimcilerin Jüpiter'in de kutuplarının basık olduğunu gözlemlediklerini vurguluyordu. Son olarak Newton Güneş ile Ay'ın çıkıntılı ekvator üzerindeki yerçekimi güçlerinin, Yerküre'nin kendi ekseni üzerindeki dönüşün nedenini açıklayabileceğini gösterdi. Bu dönüşün gündönümlerindeki kaymanın nedeni olduğu antik çağlardan beri biliniyordu.

O dönemde Cassini'nin oğlunun yönetiminde olan Fransız araştırma ekibi ikna olmadı ve kendi verilerinin aksi yönde olduğu konusunda diretti: Onlara göre Dünya ekvatorları basık, kutupları çıkık yumurtamsı bir küre biçimindeydi. Sorunun yanıtı ancak Newton'un ölümünden sonra, 1740'larda verildi ve Newton'un haklı olduğu Fransız bilginlerin öncülük ettiği iki zorlu keşif seferinin sonucunda ortaya çıktı. Amaç, kutup yakınındaki Lapland'da ve ekvatordaki Peru'da bir enlem derecesini ölçmekti. Elde edilen sonuçlar, Newton hayranı Voltaire'e göre, "hem kutupları hem de Cassini'leri dümdüz etmeye yeterli"ydi.





Solda: **Kutupları yassı Dünya. Geoid (yani yerimsi) diye bilinen bu bilgisayar modeli, Yerküre yüzeyinin değişik noktalarındaki yerçekimsel farklılıkları gösteriyor. İlk kez Newton'un kütleçekim teorisiyle öngörülen ekvatordaki görece zayıf kütleçekim kuvvetinin neden olduğu çıkıntı da modelin bir parçası. Geoidin yüzeyinde kütleçekimsel potansiyel sabit. Geoid, tüm karalar kaldırılsa ve su, toprak alanların altına doğru yayılırsa Yerküre'nin nasıl görüneceğini ortaya koyuyor ve böylece küresel anlamda deniz seviyesini en güzel şekliyle temsil ediyor. Geoidin yüzey yüksekliklerindeki sapmalar 100 metreye varabiliyor. Küresel Konumlama Sistemi'nin (GPS) geliştirilmesine dek Yerküre üstündeki yükseklikleri belirlemek için geoide başvuruluyordu.**

Sol altta: **Fransa'nın haritasını çıkaran ailenin kurucusu, Jean-Dominique Cassini (1625-1712). Fransız Devrimi'ne doğru ilerleyen yüzyıl boyunca dört nesil Cassini'ler, Fransa'da keşif seferleri gerçekleştirdi ve ilk bilimsel milli arazi çalışması olan *La Carte de Cassini*'yi üretti.**

Solda: **Modern fiziğin kurucusu Sir Isaac Newton (1642-1727). Newton'un kütleçekim teorisi, Cassini'nin ölçümlerini temel alıyordu.**

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Metrenin Ölçümü

General de Gaulle'e ait olduğu düşünülen, Fransa'yla ilgili ünlü bir söz vardır: "246 çeşit peyniri olan bir ülkeyi nasıl yönetebilirsiniz ki?" Hayli etkileyici gibi görünen bu sayı, Fransız Devrimi öncesinde Fransız ağırlık ve ölçülerinin çeşitliliği ile karşılaştırıldığında oldukça sönük kalır.

Günümüz tahminlerine göre eski rejim döneminde kullanımda olan (uzunluk için) aune, (alan için) *arpent* ve (hacim için) *boisseau* gibi 800 kadar ismin ardına gizli 250,000 civarı ölçü mevcuttu. Bu tür feodal bir sistem içinde bir köylünün aynı ürün için üç farklı birimle baş etmek zorunda kalması gayet doğaldı; pazar için bir birim, kilise vergileri için başka bir birim ve derebeyi vergileri için bir diğer birim. Başkent Paris'te bile tam bir ölçü karmaşası hâkimdi. *Aune* standardı Quinquempoix bölgesindeki Merchands Mercier loncasının kontrolündeydi; kuru ve sıvı hacim ölçü standartları Paris belediye binasında, ağırlık prototipleri Mint'te ve Grand Châlet'de tutuluyordu. 1778 tarihli kraliyet bildirisiyle yasaklanmış olmasına rağmen, şehir pazarında Versailles ve St. Denis'e ait iki farklı ağırlık grubu kullanılıyordu. Charlemagne zamanından (789) itibaren -"Güneş Kralı" XIV. Louis de dahil- sekiz Fransız kralı standart ağırlık ve ölçüler kanununu oluşturma girişiminde bulunmuş, ama hepsi de başarısız olmuştu, çünkü ağırlık ve ölçüde birlik feodal aristokrasinin çıkarlarıyla örtüşmüyordu. Lordlar ve vekilharçları geleneksel birimlerdeki çeşitliliği çoğu zaman köylülerden çok, kendi çıkarlarına göre kullanıyordu. Ancak, 1789'a gelindiğinde aristokrasi bile bu karmaşanın daha fazla devam edemeyeceğini anlamıştı. *Cahiers de doléances* dilekçelerinde halkın XVI. Louis'ye yönelttiği büyük talep bu yöndeydi: "Tek Tanrı, tek kral, tek yasa, tek ağırlık, tek ölçü."

İşte Fransız Devrimi'nin *metrik sisteme geçiş* gibi geniş kapsamlı bir toplumsal değişim konusunda kabul görmesinin ve Fransa'nın sistemi benimseyen ilk ülke olmasının nedeni buydu. Halk mevcut karmaşa yüzünden öyle büyük bir sıkıntı yaşıyordu ki, hiç denenmemiş bir sistemi denemeye hazırdı. Sonuçta istediklerinden çok daha fazlasını elde ettiler. 1790'larda Cumhuriyetçi politikacılar ve daha sonra Napolyon tarafından desteklenen Fransız bilimciler siyasi fırsattan yararlanarak, insan alışkanlıkları ve psikolojisi üstüne değil, bilimsel gerekler üstüne kurulu (zaman konusu hariç) her anlamda ondalık tabana dayalı bir sistem geliştirdiler. Ancak, eski ölçülerle yeni sistemin çelişmesinden kaynaklanan sorunlar sıkıntı yaratıyordu ve 1812'de -kendisi de hâlâ eski birimleri kullanmayı sürdüren- Napolyon, bilginlerin itirazlarına karşın, geri adım atarak



Fransız meridyen yayının ölçümü. Metrenin uzunluğunu hesaplayabilmek için, çizginin Dunkerque'ten (Dunkirk) Barcelona'ya kadar olan uzunluğu 1792-99'da trigonometrik olarak ölçüldü (bkz. sayfa 108-109) ve astronomik gözlemlerle belirlenen iki uç noktasının enlemi tespit edildi. Kuzey bölge Delambre'ın, güney bölge ise Méchain'in çalışmalarının sonucuydu.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org







Yukarıda: **Meridyen yayının ölçümcüleri. Jean-Baptiste-Joseph Delambre (1749-1822) ve Pierre-François-André Méchain (1744-1804) Fransız Bilim Akademisi üniformalarıyla görülüyorlar.**

Left: **Borda'nın tekrarlayan dairesi. Bu trigonometrik alet 1792-99 arası devam eden yedi yıllık meridyen araştırmasına ait yüksek doğruluk oranının kilit noktasıydı. Jean-Charles de Borda, meridyen yayı araştırmasının sonucunda metrenin tam değeri elde edilene dek başvurulmak üzere ticari kullanım için geçici bir metre uzunluğu öngördü. Borda'nın katlanabilen demirden çubuğunun üstünde şunlar yazıyor (üst solda): "Dünya meridyeninin dörtte birinin on milyonda birine eşit metre çubuğu, Borda, 1793."**

ondalık tabana dayalı olmayan eski birimlerin bir kısmının, metrik sitemin yanısıra kullanılabileceğini ilan etti. Metrik sistemin Fransa'da benimsenmesi Devrim'in başlangıcından ancak yarım yüzyıl sonra, yani 1840'ta gerçekleşti.

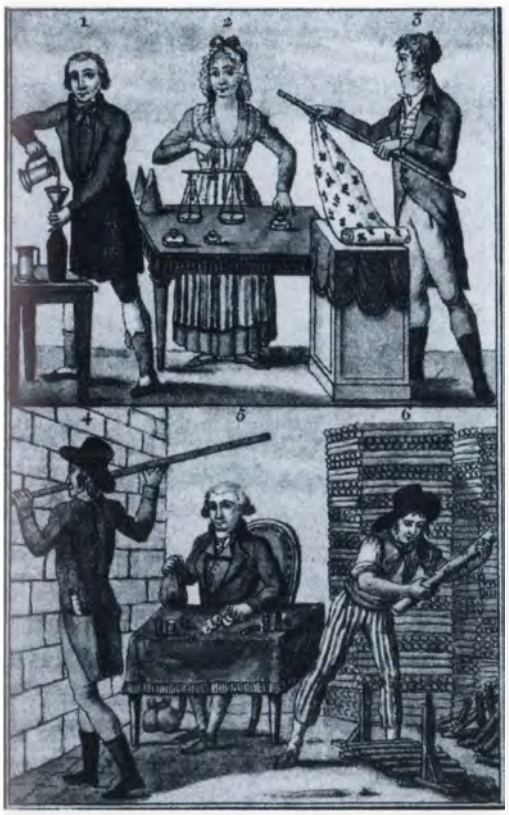
Ekonomi tarihçisi Witold Kula'nın anlamlı ifadesiyle de belirttiği gibi, "Yüzyıllar boyu son derece arzulanan, Devrim öncesi halkın ısrarla talep ettiği, gerçek devrimcilerin pek çoğu tarafından yüceltilen ve zamanın en bilimsel zihinlerince geliştirilen, 'ağırlık ve ölçüleri standartlaştırma reformu' nihayetinde halka dayatılmak zorunda kaldı."



Tüm ölçüleri insana ait ya da insan yapımı boyutlar yerine, Yerküre'nin boyutlarına dayalı ondalık sistem üstüne yapılandırma teklifi, ilk olarak 1670'te Fransız din adamı Abbé Gabriel Mouton'dan geldi. Mouton ana uzunluk biriminin, büyük çemberin (yani Dünya çevresinin) bir dakikalık dilimine eşit olması gerektiğini ileri sürmüştü. Bu da 2000 metreye yakın bir uzunluktu. Ancak, nihayetinde Fransız Bilim Akademisi'nce kabul edilen birim, büyük çemberin dörtte birinin on milyonda birine eşitti. Diğer bir deyişle bu, (Dünya'nın küre biçiminde olduğu varsayılırsa) ekvatordan kuzey kutbuna olan mesafenin on milyonda biriydi. Dünya'nın çevresi 40,075 kilometre olduğu için (bkz. sayfa 21) bunun dörtte biri 10,019 km'den biraz azdır. Elde edilen sayı 10 milyona bölündüğünde ise ortaya 1 metrenin biraz üzerinde bir değer çıkar; 1.0019 m.

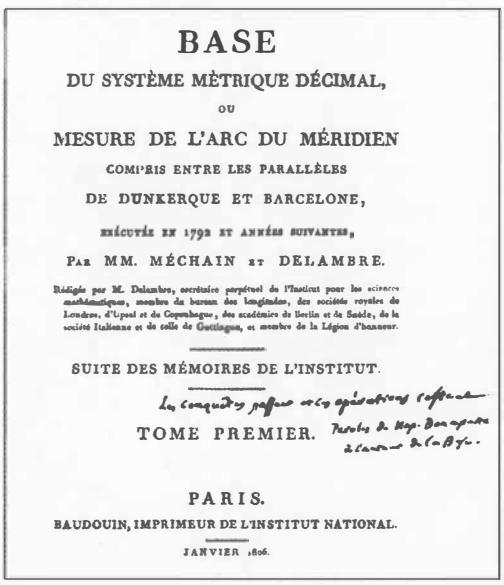
Bundan önce bir sarkacın uzunluğuna dayalı standardın benimsenmesi düşünülmüştü. 18. yüzyıla gelindiğinde bilimciler, bir sarkacın salınım oranının, çekülün ağırlığına değil,

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



sarkacın uzunluğuna bağlı olduğunu keşfettiler. Bu nedenle de salınım süresi, uzunluğu belirlemede kullanılabilirdi. Aslında saniye sarkacı denen ve saniyede bir kez salınan sarkacın uzunluğu, deniz seviyesinde ve 45° enlemde, yani ekvator ile kutupların orta mesafesinde, standart yerçekimi koşulları altında (1 m'den biraz kısa) 0.994 m idi. Ancak, sarkaca dayalı metre ölçümü kısmen sürenin yerçekimine bağlı oluşu ve yerçekiminin de irtifa ile enleme göre değişiklik göstermesi, kısmen de zaman birimlerinin kendilerinin de değişebilecek olması yüzünden reddedildi. (Daha önce de belirtildiği gibi, bilginler zamanı ondalık sistemle tanımlamayı ciddi ciddi düşünüyorlardı. Buna göre günler on saat, saatler 100 dakika, dakikalar 100 saniye olacaktı. Ancak, nihayetinde bu öneri halk tarafından kabul görmedi.)

Aslında sarkaç yaklaşımı, kuzeyde Dunkirk'ten güneyde Barcelona'ya dek uzanan meridyen yayı uzunluğunun olabildiğince doğru ölçümü konusunda harcanan vakit ve sıkıntıdan herkesi büyük ölçüde kurtarabilirdi. Fransa'nın karmaşa içinde ve İspanya ile savaşta olduğu döneme denk gelen bu zorlu görevin tamamlanması yedi yıldan uzun sürdü ve bilimcilerden birinin sıtmadan ölümüyle sonuçlandı. Sonucun doğruluk oranı hayli yüksekti ama yine de bazı hatalar içermiyor değildi. Bu durum kısmen Dünya'nın kusursuz bir küre olmayışından, biraz ölçüm araçlarının hatalarından, biraz da bitmek bilmez gözlemleri büyük titizlikle sürdürmeye çalışan insanların hatalarından kaynaklanıyordu. Öte yandan, bu büyük bilimsel araştırma gerçekten de metreye meşruluk, metrik sisteme ise prestij kazandırdı. İlk başlarda yeterince benimsenmese de metrik sisteme geçiş, uzun vadede kaçınılmazdı. Napolyon 1806'da şu sözlerini söylerken haklıydı: "Fetihler gelir geçer, ama bu çalışma varlığını daima sürdürecek."



BASE

DU SYSTÈME MÈTRIQUE DÉCIMAL,

OU

MESURE DE L'ARC DU MÉRIDIEN

COMPRIS ENTRE LES PARALLÈLES

DE DUNKERQUE ET BARCELONE,

EXÉCUTÉE EN 1792 ET ANNÉES SUIVANTES,

PAR MM. MÉCHAIN ET DELAMBRE.

Rédigée par M. Delambre, secrétaire perpétuel de l'Institut pour les sciences mathématiques, membre du bureau des longitudes, des sociétés royales de Londres, d'Upsal et de Copenhague, des académies de Berlin et de Suède, de la société Italienne et de celle de Gottingen, et membre de la Légion d'honneur.

SUITE DES MÉMOIRES DE L'INSTITUT.

TOME PREMIER.

PARIS.

BAUDOUIN, IMPRIMEUR DE L'INSTITUT NATIONAL.

JANVIER 1806.

Solda: **Bu Fransız Devrim çiziminde vatandaşlar (sol üstten saat yönünde) sırasıyla litrenin, gramın, metrenin, sterin (bir kübik metre), frankın ve çift metrenin doğru kullanımını sergiliyorlar. Aslında eski ve yeni ölçülerin aynı anda kullanımı büyük bir karışıklığa yol açıyordu.**

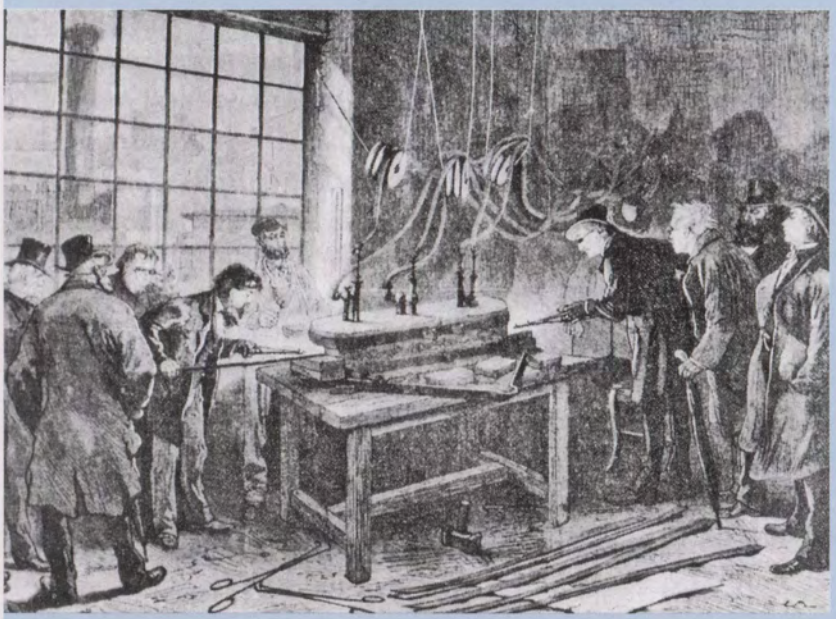
Sol altta: **1806 basımlı *Base du Système Métrique Décimal* başlıklı yazı. Bu Delambre'ın kendisine ait olan kopya. Kağıdın üstünde Napolyon'un ona kitap hakkında söylediği sözler yazılı: "Les conquêtes passent et ces opérations restent [Fetihler gelir geçer ama bu çalışmalar kalır]."**

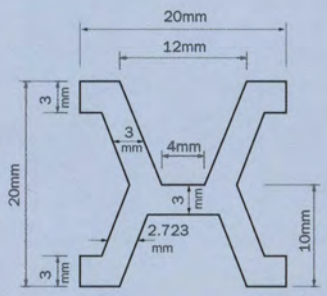
Aşağıda: **Napolyon Bonapart (1769-1821), Fransa imparatoru 1804-14. Bilime duyduğu yakın ilgiye karşın Napolyon metrik ölçüleri kendisi hiçbir zaman kullanmadı. 1815'teki düşüşünden sonra Napolyon, Fransız bilginlerine, metrik sistem takıntıları yüzünden saldırdı: "40 milyon insanı mutlu etmek onlara yetmedi, bütün evrenin katılımını istediler."**

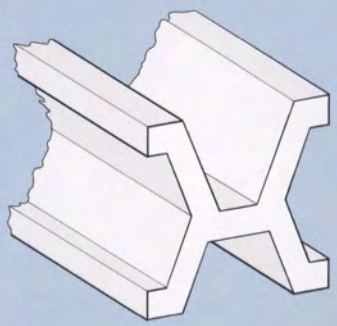


Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Dünya'nın Metrik Sisteme Geçişi







Sol üstte: **Yeni metrenin yapımı. 1874 tarihli bu gravür, Paris'teki *Conservatoire Nationale des Artes et Métiers*'in atölyesinde yeni bir metre yapmaya çalışan bilimcileri gösteriyor.** Yukarıdaki **çizimler ise platin-iridyumdan yapılma uluslararası metre çubuğunun son halinin uç ve kesit görünümünü sergiliyor.**

Fransız Devrimi'nden sonraki bir buçuk yüzyıl boyunca, 1960'ta Système International'in (SI) geliştirilmesine dek, metre Paris yakınındaki Sevr'de bulunan Uluslararası Ağırlık ve Ölçüler Bürosu'nun mahzeninde saklanan bir metal çubuğun uzunluğu ile tanımlanıyordu. Bu çubuğun kopyaları diğer ülkelerdeki ulusal standartlar enstitülerine dağıtılmıştı. 1889'da yoğun bir platin-iridyum karışımından yeni bir prototip çubuk üretildi. Çubuğun uygun şekilde desteklendiğinde çökme ve yamulmasını engelleyecek X benzeri çapraz bir biçimi vardı. İki uçtaki cilalı yüzeylerde ince yatay ağlar, yani mikrometre ile görsel ayarların gerçekleştirilebilmesi için yapılmış çizgiler vardı. Metalin 0-20°C arasındaki ısılarda genleşmesini gözlemlemek üzere ise daha kalın dikey çizgiler yer alıyordu. Standart uzunluk daima 0°C'de ölçülüyordu.

Bu tür bir çubuğun dezavantajları hayli açıktı ve 20. yüzyılın ilk yarısı boyunca bilimciler metrenin uzunluğunu ışığın dalga boyu üzerinden yeniden tanımlayacak teknikler geliştirebilmek için çeşitli girişimlerde bulundular. Böylece doğru ekipmanla herhangi bir laboratuvarda ölçülebilecek, değişmez bir standart elde edilmiş olacaktı. 1960'ta, metre kriptonun bir tayf çizgisi üzerinden yeniden tanımlandı. Ardından 1983'te mevcut tanım, ışık hızı temel alınarak adapte edildi. Metre artık ışığın boşlukta 1/299,792,458 saniyede aldığı yolun uzunluğu biçiminde tanımlanıyor. Aşağıdaki tablo ışığın ölçülebilir doğruluğunun gelişimini gösteriyor:

Dünyada metrik sisteme geçiş haritasını sayfa

Tarih	Metre tanımının temeli	Doğruluk
1791	Çeyrek dünya meridyeni	± 0.06 mm
1889	Prototip çubuk	± 0.002 mm
1960	Kripton dalga boyu	± 0.000 007 mm
1983	Işık hızı	± 0. 000 000 7 mm
Bugün	Aynısı, geliştirilmiş lazerle	± 0.000 000 02

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

15'te görebilirsiniz. Fransa'dan sonra metrik sisteme geçen ülkeler, bu ülkenin doğrudan hâkimiyetine girmiş olan komşularıydı. İşin ilginç yanı, metrik sistemin Napolyon'un 1815'teki düşüşünden sonra bile Alçak Ülkeler'de kullanılmaya devam edilmesiydi. Fransa'da 1840'a dek süren eski ve yeni ölçülerin ortak kullanımı sürecinde, Lüksemburg, Hollanda ve Belçika yalnızca metrik sistemi kullandı.

İspanya metrik sisteme 1850'ler ve 60'larda geçti. Onu siyasi birleşmelerinin bir parçası olarak Almanya ve İtalya izledi. Portekiz, Norveç, İsveç, Avusturya-Macaristan ve Finlandiya da çok geçmeden aynı yolu izledi. 1900'lere gelindiğinde Avrupa ülkelerinin yarıdan fazlası metrik sisteme geçmişti. Kolonyal imparatorluklar beklenen rollerini oynadılar. İspanya'nın (en azından resmi olarak) metrik sisteme geçişi, onun Güney Amerika kolonilerinin de geçişi anlamına geliyordu. Fransa'nın metrik sisteme geçişiyle birlikte ise Cezayir ve Tunus da sistemi benimsedi. Öte yandan Britanya'nın sisteme geçmemesi Avustralya, Kanada ve Hindistan'ın metrik sisteme geçişini 20. yüzyılın ikinci yarısına dek erteledi.

Metrik sisteme ilk geçen Asya ülkeleri 1918'te Moğolistan, 1920'lerde ise Afganistan ile Kamboçya oldu. Japonya'da sisteme karşı genel bir muhalefet vardı ve geçiş 1950'lere dek ertelendi. Çin'de sisteme geçiş 1959'u, Komünist Devrim'in on yıl sonrasını bekledi. Tıpkı Rus Devrimi'nden sonra, 1924'te metrik sisteme geçen Rusya gibi. Bu ülkede de siyasi ayaklanma metrik sisteme geçişi tetikledi.

Britanya hükümeti 1965'te sisteme resmi geçiş yaptıysa da, daha sonra ayak sürüyerek Metrik Siteme Geçiş Kurulu'nu 1979'da feshetti. 1974'ten bu yana Britanya okullarında metrik sistem eğitimi veriliyor ve emperyal sistem paketinin yanında adım adım tanıtılıyor. Ancak, yol işaretlerini dönüştürmek üzere bir plan olmadığı gibi, basın da hem emperyal hem de metrik sistemi rasgele kullanıyor. 1965'te başlayan metrik sisteme geçiş süreci, İngiltere'de bir on yılı daha alabilir. Tıpkı Fransa'nın sistemi 1791 ile 1840 arasındaki bir buçuk yüzyıllık sürede benimsemesi gibi!

ABD ise metrik sisteme geçiş konusunda zayıf bir siyasi irade sergiliyor. Bilimde bile eski ölçüler kimi zaman metrik sistemin yanısıra kullanılıyor. Bunun utanç verici örneklerinden biri Mars'a gönderilen NASA sondalarından birinin kaybolmasıyla birlikte ortaya çıktı. Sorunun nedeni, araç tasarım ekiplerinden birinin geleneksel birimleri, diğerinin ise metrik sistemi kullanmasıydı. ABD halkı arasında gerçekleştirilen Gallup kamuoyu araştırmasına göre 1971-1991 arasında metrik sistem farkındalığı yüzde 38'den yüzde 80'e yükseldi ama sisteme geçişi destekleyenlerin oranı yüzde 50'den yüzde 26'ya *düştü*.

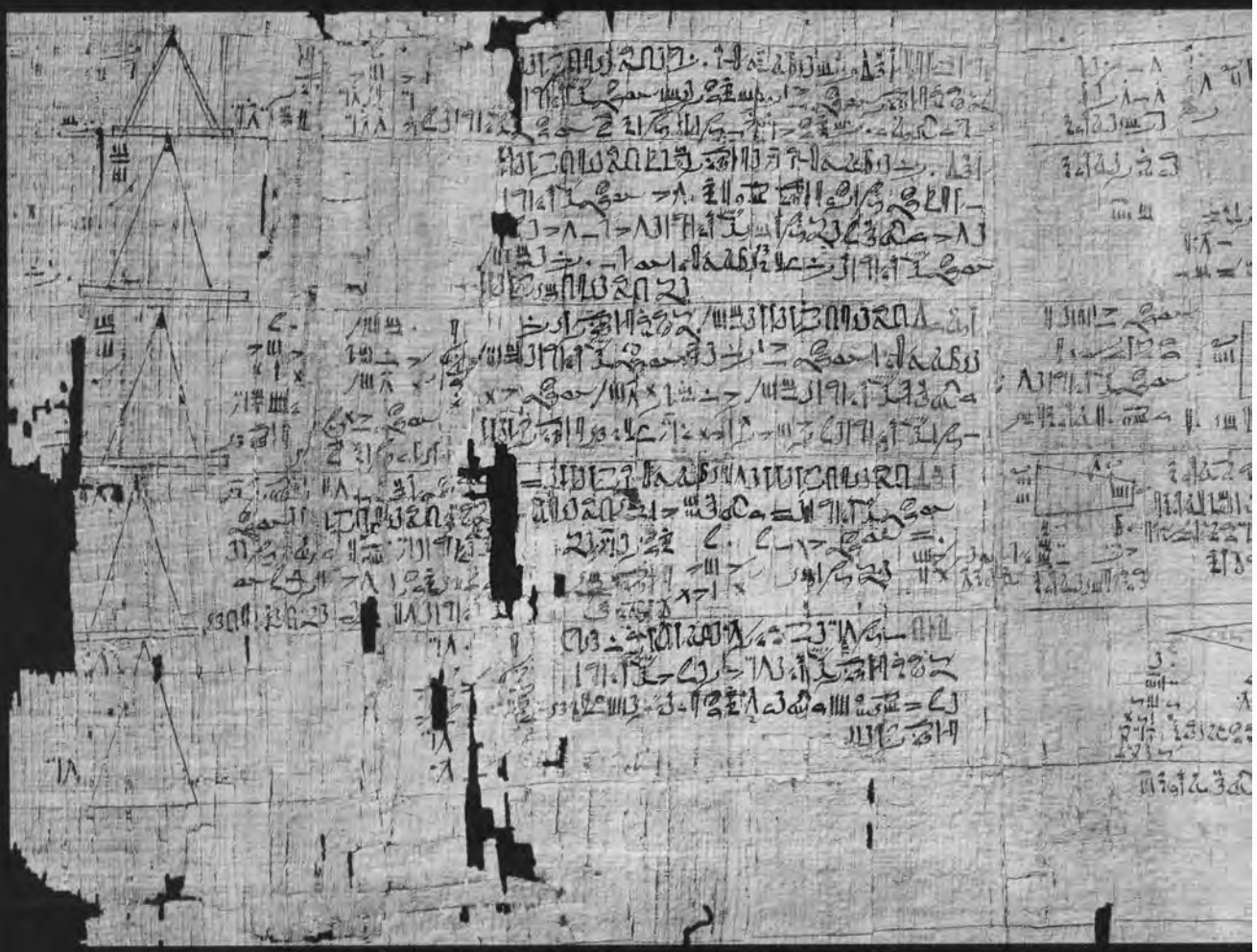
İngiltere ve ABD'de metrik sisteme geçiş. İngiltere'de yer alan, aşağıdaki alçak köprü tabelasında dört farklı birim kullanılmış: Yarda, fit, inç ve metre. ABD'de ise metrik sistem farkındalığı federal hükümetin aşağıdaki gibi dönüştürme tabloları içeren tabelaları kullanmasıyla birlikte artıyor. Ancak, metrik sistem zorunluluğu yakın gelecekte görünmüyor.





Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

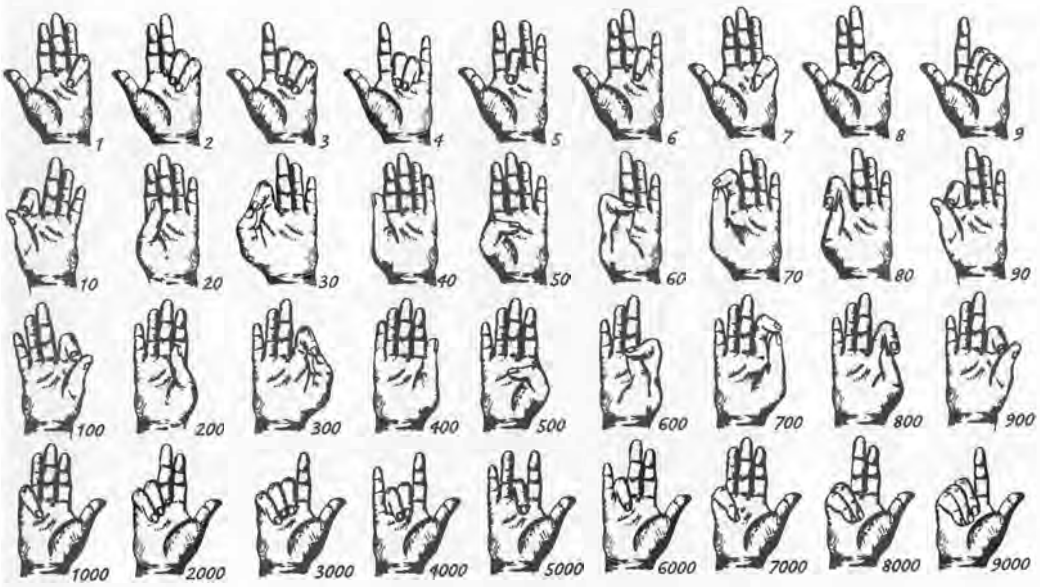
Bölüm 2 *Sayı ve Matematik*



Antik Mısır matematiği. Rhind Matematik Papirüsü MÖ 1550 civarına, 15. hanedana tarihlenir ama 12. hanedan çalışmalarına ait olduğunu öne sürer. Bu bölümde gösterilen problemler serisi, dikdörtgen, üçgen ve piramitlerle ilgilidir. Bir diğer bölüm ise yaklaşık π değerini, yani bir dairenin çevresinin, çapına oranını şöyle gösterir: $(16/9)^2 = 256/81$ veya 3.1605. Babilli matematikçiler daha önceden değerini 3.125 olarak tahmin etmişlerdi ve buna bir dairenin içine çizilmiş bir altıgenin çevre uzunluğunu hesaplayarak ulaşmışlardı. Bu geometrik yöntem daha sonra Arşimet tarafından geliştirildi ve Arşimet π sayısını 3.1418 olarak hesapladı. Bu değer günümüzün 3.1416 olarak belirlenen π değerine çok yakındır. Antik Mısır matematikçileri, Babilliler ve Yunanların aksine teoriden çok pratikle ilgiliydiler.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Sayım ve Muhasebe



Solda: **1520 basımlı bir kılavuzda yer alan parmak sembolleri. Ondalık sistemin temelinde on parmaklı oluşumuzun yattığını düşünebiliriz ama bu durumda on ayak parmağımız olduğunu göz ardı etmiş oluruz. Oysa ayak parmakları da çıplak ya da sandaletli ayakların ve bağdaş kurarak oturmanın norm olduğu kültürlerde sayı sayma açısından oldukça elverişliydi.**

Ölçme becerisinin aksine, sayma becerisi soyutlamaya dayalı zeka gücünü gerektirir. İnsan parmaklarını, kolunu ya da ayağını kullanarak bir şeyi somut olarak ölçebilir ama aynı şeyi el ya da ayak parmağı kullanarak saymak, ileri doğru zihinsel bir adım atmayı gerektirir: Somut bir kavramdan soyut kavrama geçiş. *Benim parmağım* ya da *senin parmağın* yerine insanın *parmağın* kendisini zihninde canlandırması gerekir. Bertrand Russell güçlü sezgisiyle, "Bir çift sülün ile iki günün aynı 'iki' sayısının karşılığı olduğunu anlamak çağlar almış olmalı" diyordu.

Sayı saymaya ilişkin günümüze ulaşan en eski örnekler, son Buzul Çağı'ndan kalma çentikli kemiklerdir (bkz. bir sonraki sayfa). Ondan sonraki örnekler ise Ortadoğu'da yapılan kazılarda çıkarılan ve MÖ 8000'lerden MÖ 1500'lere dek tarihlenen kil "markalar"dır. Gerçi MÖ 3000'den sonra bulunan örneklerin sayısında ciddi bir azalma gözlenir ki, bu da Mezopotamya'da 4. binyıl sonuna doğru kil tabletler üzerine yazının görülmeye başlamasıyla ilişkilendirilir. İlk markalar süssüzdü ve küre, disk, koni gibi geometrik biçimliydi. Daha sonrakiler ise genelde kazınmış ve daha karmaşık şekillerde biçimlendirilmişti. Markaların neye hizmet ettiğini kimse tam olarak bilmiyor. En olası açıklama muhasebecilikte, sayı sayma amaçlı kullanılmış olmaları. Farklı biçimler, farklı varlıklar için kullanılmış olabilir. Örneğin, bir sürüden bir koyun, ya da belli bir ürünün belli bir ölçüsü, yani bir kile tahıl gibi. Muhasebe ilk sistemlerin ve sayma yöntemlerinin hepsinin gelişimini tetikledi.



Aşağıda: **Ortadoğu'ya ait bu kil "marka"lar, MÖ 8000-1500'e tarihleniyor. Üstünde çapraz çizgi olan marka, koyun sayısını kaydetmek üzere kullanılmış gibi görünüyor.**



Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Çeteleler, Kuipular ve Abaküsler

Yunan tarihçisi Herodot'a göre Pers kralı Daryus, asi İskitlilere karşı çıktığı bir seferde (kendi müttefiki olan) Yunan bir askeri birliği, gerideki stratejik köprüyü korumak üzere bırakmıştı. Oradan ayrılırken Yunanlara altmış düğümlü bir sırım vermiş ve her gün düğümlerden birini çözmelerini söylemişti. Tüm düğümler çözüldüğünde hâlâ dönmemişse, gemiyle evlerine dönmelerini emretmişti.

Bu tür çetele tutma yöntemleri arasında bilinenlerden ilki, Buzul Çağı'na ait kemiklerdir. Aşağıda görülen (en sağda) Batı Fransa, Charente'taki, Le Placard bölgesine ait, incelikle kazınmış bu kartal kemikleri MÖ 13,500 civarına tarihleniyor. Mikroskobik incelemeler çiziklerin belli bir süre içinde birbirinden farklı aletlerle yapıldığını ortaya koyuyor. Bunun en mantıklı açıklaması kemiklerin Ay'ın evrelerini işaretlemek için kullanıldığı olabilir: Ay'ın evrelerini kaydeden Buzul Çağı insanları,







En solda: **Mali çeteleler. İngiltere'de maliyeciler 12. yüzyıldan 19. yüzyıl başlarına dek müşterilerinin borç ve alacak kayıtlarını tutmak için tahta çetele çubukları kullandılar. İşlem çubuğun üstüne yazılıyor, ardından tahtaya herkesçe bilinen standart işaretler kazınıyordu. Miktar ne kadar büyükse, kazınan tahtanın miktarı o kadar fazla oluyordu. Ardından çetele çubuğu dikey olarak ikiye bölünür, borçlu çubuğun "kısa" parçasını, alacaklı ise "kalın" parçasını alırdı (İngilizcedeki hissedar, pay sahibi anlamına gelen ve tam çevirisi "kereste taşıyıcı" olan *stockholder* sözü de buradan gelir). Bronz üzerine altın kakmalı metal çetele çubuklar (solda) Çin'e ait ve Batı Zhou dönemine tarihleniyor (MÖ 1046-770). Görünüşe göre bu çubuklar, o dönemde, günümüze hiçbir örneği ulaşmayan bambu çetele çubuklarının bir taklidi.**

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



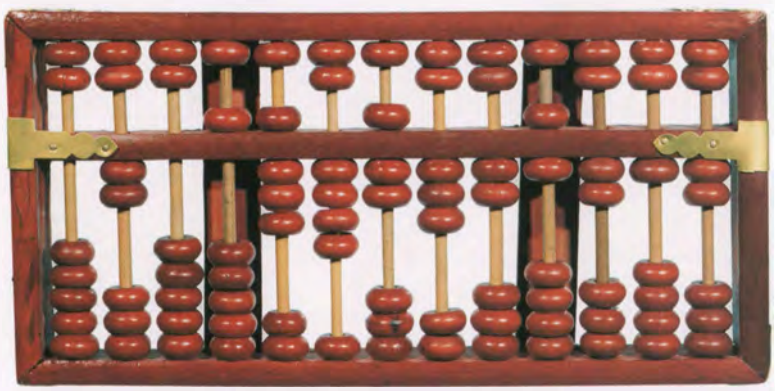
kullanışlı takvimler üretmişlerdi.

Güney Amerika, orta Andlar'da yaşayan İnka uygarlığı (Orta Amerika'daki Maya ve Aztek medeniyetlerinin aksine) yazısı olmayan bir imparatorluktu. Yazı yerine eşyaların kaydı *kuipu* adı verilen ve çeşitli düğüm düzenlenmelerinden oluşan ip ve sicimlerle tutulurdu. Kuipular İnkaların tek bürokratik kayıt aracıydı. Düğüm kayıtlarını oluşturmak ve onları yorumlamak her kasabada *kuipumayok*'ların yani düğümcülerin işiydi. Sistem çok iyi işliyordu ve 16. yüzyılda İspanyol işgalcilerin gelişinden bir süre sonrasına dek başarıyla muhafaza edildi. Bu düğümlerle sayılardan da fazlasının kaydı tutulmuş olabilir. Jeffrey Quilter kuipus gizemleri üzerine bir çalışma olan *Narrative Threads*'de şöyle diyor: "Sayılar büyüklük veya miktar olarak yorumlanabilir ama aynı zamanda etiket olarak da yorumlanabilir ve bu etiketlerin de anlatıma yönelik nitelikleri veya işlevleri olabilir." Düğümün yönü, rengi ve diğer kuipu unsurları bugün halen anlaşılabilmiş değildir.

Buna karşılık abaküsün modern hesap makinesi ve bilgisayarın atası olarak uzun, yaygın ve bilindik bir tarihçesi vardır. Abaküs sözcüğünün kökeni, aletin de kökeni hakkında ipuçları verir. Sözcük büyük olasılıkla Yunanca formu olan *abakos* üzerinden gelir. Bu da Sami kökenli İbranice *ibek* (tozu süpürmek) fiili ile onun isim formu olan *abak* (toz) kökenlidir. Abaküs ilk başta Babil'de, büyük olasılıkla üstünde kum olan, bir tahta ya da levha biçimindeydi. Hesaplar da parmakla yapılıyordu. Ardından çizgiler ve pullar eklendi ve çizgiler çubuklara ve hızlı sayım için tellere geçirilmiş pullara dönüştü. Avrupa'da abaküsler Arap rakamlarının benimsenmesiyle birlikte kullanımdan kalktı ama Ortadoğu, Çin ve Japonya'da kullanılmaya devam etti. Buralarda usta kullanıcılar hız konusunda pek çok modern mekanik hesap makineleriyle yarışabiliyor. Çinliler abaküse *hsüan-pan* (hesap tablası) diyorlar. Abaküs günümüzün ondalık tabanlı basamak değeri sistemi üstüne kuruludur.

Solda: **Yaklaşık 1613 tarihli bu çizim, bir İnka imparatorluk görevlisini elinde *kuipu* ile resmediyor. Kuipunun "baş" kısmı çizimin sol tarafında, "kuyruğu" ise sağ tarafında. Araştırmacılara göre kayıt ve okuma kuyruktan başa doğru ilerliyordu. Her biri ondalık sistemde bir değeri temsil eden pek çok düğüm çeşidi vardı. Düğüm olmaması sıfır anlamına geliyordu. Örneğin, 5 büklüm uzunluktaki düğümün üstünde yükselen, yukarı-aşağı yönlü 4 düğümlük bir grubun üzerindeki yukarı-aşağı yönlü 2 düğüm, ondalık sayı 245'i temsil ediyordu. Sözkonusu değerler düğümün sicim üstündeki konumuna göre de değişiklik gösterebiliyordu.**

Aşağıda: **Bir Çin abaküsü. Üst bölümdeki her boncuk 5 birimi, alt bölümdeki her boncuk ise 1 birimi temsil ediyor. Sayılar ve ekleme işlemleri, boncukların bölme çubuğuna doğru hareket ettirilmesiyle ifade ediliyor. Aşağıda gösterilen konfigürasyon ise 205,847,326,212 sayısını temsil ediyor.**

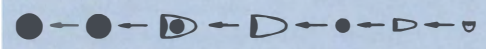


2 0 5 8 4 7 3 2 6 2 1 2

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Antik Sayılar

Aslında önemli bir konuda Sümerlilerin beş bin yıl önceki sayma sistemlerinden halen yararlanıyoruz. Zamanı ve açıları belirlerken 60'ın katları olan altmışlık sistemi kullanıyoruz: Bir dakika 60 saniyedir, bir saat 60 dakika, bir derece 60 dakikadır ve daire de 360 derecedir. Pek çok alt sistem içeren Sümer sayma sisteminde önemli sayı serilerinden biri şöyledir:



36,000 3600 600 60 10 1 1/2

Bu özel sayılar çoğu ayrık nesnenin sayımında kullanılırdı. Örneğin, insanlar ve hayvanlar, süt ve tekstil ürünleri, balık, ahşap ve taş aletler ve kaplar.

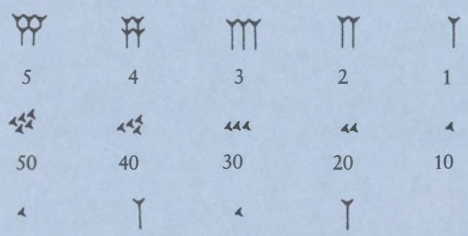
Altmışlık sistem Babillilerin çivi yazısı sistemleriyle de korundu ama elbette sayısal işaretler tüm çivi yazısı işaretleri gibi çivi biçimini aldı. Babil sayıları aşağıdaki gibidir:



$60^2 \times 10$ (36,000) 60^2 (3600) 60×10 (600) 60 10 1

Eski Babil dönemine varıldığında (MÖ 2. binyılın ilk yarısı) bu sistem tam olarak geliştirilmişti. Sayılar artık, tıpkı günümüzde olduğu gibi, basamak değeri sistemi kullanılarak ifade ediliyordu. Diğer bir deyişle, bir rakamın değeri sayı içindeki yerine ya da pozisyonuna bağlıydı. Örneğin, onluk 555 sayısında her bir 5'in farklı bir değeri vardır: 500, 50, 5; basamak değeri sağdan sola doğru ilerledikçe, her basamakla birlikte 10 kat artar. 4000 yıl öncesinin tek önemli eksiği, sıfır için sembol olmayışıydı. Belli ki Babilli yazmanlar hesap yaparken belli bir sayı içinde boş bir yer tutma konusunda kendilerini eğitmişlerdi ki, o yer bizim sıfırı yazdığımız yerdir. (MÖ 300'den sonra iki verev çividen oluşan bir yer tutucu işaret geliştirdiler.)

Tam anlamıyla geliştirilmiş basamak değeri sisteminde yer alan semboller şöyleydi:

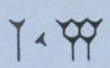


5 4 3 2 1

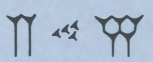
50 40 30 20 10

$60^2 \times 10$ (36,000) 60^2 (3,600) 60×10 (600) 60

60 ve 3600 için ve aynı şekilde 600 ile 36,000 için aynı sembolün kullanılmasının yarattığı belirsizlik açıkça görülüyor. En yüksek basamak değerine sahip olan rakam (bizim onluk sistemimizde olduğu gibi) daima solda olsa da, bu durum yine de bu sayıların her biri için üç ayrı seçenek ortaya çıkarıyor:

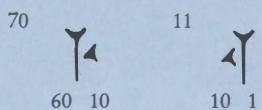


$60 + 10 + 5 = 75$
veya $60^2 + 10 + 5 = 3615$
veya $1 + (15/60) = 1.25$



$(2 \times 60) + 40 + 5 = 165$
veya $(2 \times 60^2) + (40 \times 60) + 5 = 9605$
veya $2 + (45/60) = 2.75$

Asur tarihine geçmiş, basamak değeri sisteminin rakamsal manipülasyonuyla ilgili ünlü bir olay vardır. Sennacherib MÖ 689'da Babil'i yağmaladıktan sonra, Marduk'un hükmüyle kentin 70 yıl boyunca terk edilmiş bir vaziyette bırakılması gerektiğini duyurdu. Oğlu Esarhaddon 680'de tahta çıktıktan sonra Babil'i yeniden canlandırmak istediğini ilan etti. Söylediğine göre Marduk merhamete gelmiş ve ilk başta söylediği sayıyı tersine çevirerek, laneti 11 yıla indirmişti:

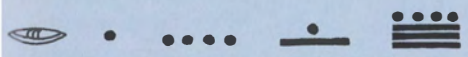


70 11

60 10 10 1

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Tıpkı bizim (ve Babilliler) gibi, MS 250-900 arasında gelişen Maya medeniyeti de basamak değeri fikrini benimsedi. Ancak, bizdeki basamak değeri 10'un katlarıyla artarken, Maya sisteminde 20'nin katlarıyla artıyordu (örn., 1, 20, 400, 800 vb.) Bir kabuk figürü sıfırı temsil ediyordu ki, Romalı ve Babillilerin getiremediği bu yeniliği Mayalılar (ve daha sonra Kızılderililer) getirmişti. Ancak, yenilik Avrupa'ya çok daha sonra ulaştı (bkz. sayfa 39). Nokta 1'i temsil ediyordu, çizgi ise 5'i. İşte birkaç örnek:



0 1 4 6 19

Basamak değeri ise bizim sistemimizde olduğu gibi yatay olarak sağdan sola doğru yükselmek yerine, Mayalılarda sayfanın yukarısına doğru, dikey artıyordu:

 1 × 20 = 20

 0 × 1 = 0

Toplam = 20

 12 × 20 = 240

 9 × 1 = 9

Toplam = 249

 2 × 400 = 800

 0 × 20 = 0

 19 × 1 = 19

Toplam = 819

Erken medeniyetlerden bir diğeri olan Minos medeniyeti ve Miken Yunanları MÖ 2. binyılın ortalarında onluk sayı sistemi kullandılar ama basamak değerini temel almadılar. Lineer B diye bilinen yazıtta sayma sembolleri şöyledir:

| = 1 birim — = 1 on

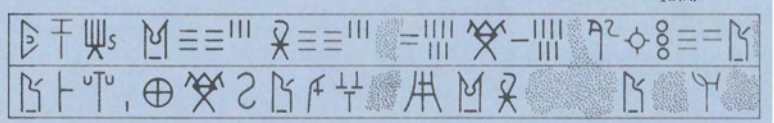
O = 1 yüz ⊹ = 1 bin

Lineer B kil tabletlerindeki sayılardan iki örnek, 362 ve 1350:

362



1350



Klasik dönem Yunanları ve Romalılar da yine basamak değeri olmadan ondalık sistemi kullanırlardı ama onlar alfabenin harflerini sayı yerine kullandılar. Örneğin, Yunan sisteminde, $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ ve ϵ 1, 2, 3, 4 ve 5'e karşılık geliyordu; ι, μ ve π 10, 40 ve 80'e; ve ρ, τ ve χ ise 100, 300 ve 700'e karşılık geliyordu. Böylece 14 sayısı $\iota\delta$ biçiminde, 781 ise $\psi\pi\alpha$ biçiminde yazılıyordu. Halen kullanmakta olduğumuz Roma sisteminde I, V, X, L, C, D ve M harfleri 1, 5, 10, 50, 100, 500 ve 1000'e karşılık geliyordu. Yani 1486 yılı Roma rakamlarıyla MCDLXXXVI şeklinde ifade ediliyordu.

Batının bugün kullanılan rakamları 1-9 ile ondalık basamak değeri sistemi Avrupa'ya ünlü 8. yüzyıl Bağdat halifesi Harun el Reşid'in sarayı üzerinden 10. yüzyılda geldi. Ancak, ortaya çıkışları 6. ve 7. yüzyıl Hintli matematikçiler sayesinde oldu. Yani aslında Arap rakamları yerine Hint rakamları diye bilinmeleri gerekir. Bu rakamlara karşı muhalefet vardı. Floransa şehri rakamları, Roma rakamlarına kıyasla daha kolay tahrif edilebilmeleri gerekçesiyle yasakladı. Ne var ki kendinden önceki tüm rakam sistemlerine kıyasla uygunluğu ve gücü düşünülünce, Arap rakam sisteminin nihai zaferi kaçınılmazdı.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Sayı Tabanları

Neden Minos ve Mısır gibi kimi medeniyetler 10 sayısını temel alan ondalık sayma sistemini seçerken, Maya ve Babil gibi kimileri 20 üstüne kurulu yirmilik, ya da 60 üstüne kurulu altmışlık sistemi -veya on ikilik (12 tabanına dayalı) gibi farklı bir sayı tabanını, ya da çeşitli sayı tabanlarının bir karışımını- seçtiler? Sıradışı uzun ömürlülüğü göz önüne alınırsa, Babillilerin (kimi ondalık unsurlara karşın) 60'lı tabanı seçmeleri özellikle ilginçtir. Araştırmacılarca yürütülen çok sayıda çalışmaya rağmen bunun nedenini bilmiyoruz. Görünüşe bakılırsa Babilliler ayın 30 gününden ve senenin 360 gününden etkilenmiş olabilirler. Diğer önemli bir nokta da elbette 60'ın 30, 20, 15, 12, 10, 6, 4, 3 ve 2'ye bölünebilmesiydi ki, bu da gündelik alım satımlarda büyük kolaylık sağlıyordu. (12'li taban bu anlamda 10'lu tabandan daha üstündür çünkü 12 ikiye, üçe, dörde ve altıya bölünebilir, 10 ise ancak ikiye ve beşe.)

İşin ilginci, modern medeniyeti 10'lu taban kadar, hatta belki ondan da çok şekillendiren şey sayı tabanının antik dünyada hiç kullanılmaması ve bu tabanın bölme işlemi açısından da kullanışlı bir yanının olmamasıdır. İkili sayma, yani 2'li taban, elektronik dijital işlemin temelidir ve bir elektrik anahtarının açık ve kapalı olmak üzere iki yönü olduğunu vurgular. Tıpkı manyetik bir disk veya teyp bandının üstündeki bir noktanın mıknatıslanma yönü gibi. "Kapalı" 0'ı ve "açık" 1'i temsil ediyorsa, bu durumda bir dizi anahtar -veya ("bit" diye bilinen) ikili basamak- ikili tabanın basamak değerine dayalı semboller sisteminde kolaylıkla herhangi bir tam sayıyı temsil edebilir. Örneğin, bakınız sağdaki tablo.

Sayı tabanları, 1594'te (ondalık hane noktasının da mucidi) John Napier tarafından icat edilen logaritmalar için önemlidir. Genel logaritma, yani 10 tabanlı logaritma, çoğu zaman yalnızca "log" diye yazılan $\log_{10}$ birkaç örnekle daha iyi anlaşılabilir. $10^2 = 100$, $10^3 = 1000$, $10^6 = 1{,}000{,}000$ ve $10^9 = 1{,}000{,}000{,}000$ olduğunu anımsayalım. Bu sayıların logaritmaları şöyledir: log 100 = 2, log 1000 = 3, log 1,000,000 = 6 ve log 1,000,000,000 = 9. Aradaki sayıların da logaritmaları vardır. Örneğin, log 24 = 1.38, log 759 = 2.88 ve log 8,525,000 = 6.94. Yani alışkın olduğumuz lineer ölçeğe kıyasla logaritmik ölçek çok geniş bir büyüklük aralığını kapsayabilir ki, bu da bilimde önemli bir işlevdir. Logaritmik ölçekler örneğin, asitlik ve bazlığın (pH olarak), sesin (desibel olarak) ve depremlerin (Richter büyüklüğü olarak) ölçümünde kullanılır. Taşınabilir format olarak ise 1622'de icat edilen ve bilimcilerin elektronik çağ öncesi başlıca hesap araçları olan hesap cetveline temel oluştururlar.

Ondalık	İkili
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
8	1000
10	1010
32	100000
64	1000000
100	1100100

Aşağıda: **Hesap cetvellerinde logaritmik ölçekler vardı ve bunlar, sayılar ne denli büyük ya da küçük olursa olsun, çarpmada, bölmede, katların ve köklerin hesaplanmasında idealdi. Faber-Castell 2/83N hesap cetveli nitelikli dağılımı ve kullanım kolaylığı açısından olukça beğeniliyordu. 1968-72 yıllarında gerçekleşen Apollo Ay seyahatlerinde elektronik hesap makinelerinin yanında yedek olarak hesap cetveli de götürüldü ama bundan kısa süre sonra güvenilir ve ucuz elektronik hesap makineleri hesap cetvellerini müzelere gönderdi.**



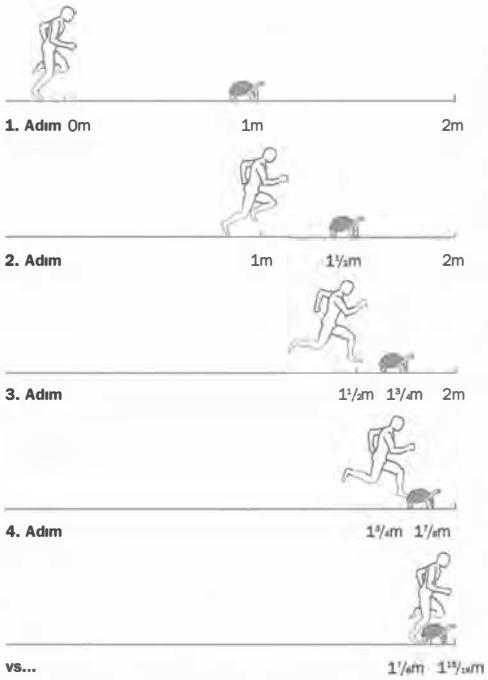
Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Sıfır ve Sonsuz

Sıfırın ve diğer Arap rakamlarının icadından söz eden Pierre-Simon Laplace şöyle diyordu: "Her sembolün mutlak değerinin yanısıra konumuna dayalı bir değere sahip olduğu ve tüm sayıları onlu sembollerle ifade etmeyi sağlayan bu zekice yöntemi bize Hindistan verdi. Oldukça esaslı ve önemli bir düşünce sistemi bu... sözkonusu başarının büyüklüğünü, Arşimet'in ve Apollonius'un dehalarının elinden kaçtığını düşündükçe daha da çok takdir edeceğiz."

Bu sözler tarihi açıdan doğru olsa da, akla hileli bir soruyu getiriyor: Acaba sıfırın karşılığı olan "onuncu" sembol, diğer dokuz sembolle aynı türdeki bir sayıyı mı sembolize ediyor? Cebimde 5 adet madeni para varsa ve içlerinden 3 tanesini çıkarırsam, geriye 2 tane kalır. Hiç para çıkarmazsam 5 tane kalır. Ama cebimden sıfır para çıkarıyorum demenin anlamı nedir?

1'den 9'a kadar olan sayıların herhangi biri, yine bu sayılardan herhangi birine eklenirse, sonuç farklı bir sayı olur. Örneğin, 2 + 2 = 4 ve 7 + 8 = 15. Aynı şey (eksi veya kesirli bir sayıya ulaşılabilse de) çıkarma, bölme ve çarpma için de geçerlidir. Buna karşılık sıfırı eklemek veya çıkarmak sayının olduğu gibi kalmasını sağlar; herhangi bir sayı 0 ile çarpıldığında sonuç daima 0'dır; herhangi bir sayıyı 0'a bölmek ise ortaya akıl karıştırıcı bir problem çıkarır. Her ne kadar bize çoğu zaman 0'a bölmenin sonucunun sonsuz olduğu öğretilse de, aslında sıfıra bölmenin *hiçbir şey ifade etmediğini* söylemek daha doğrudur. Şu basit denklemi ele alırsak bunun nedenini görebiliriz: 6 x 0 = 8 x 0. Ne türden olursa olsun, herhangi bir denklemde genel kurala göre her iki tarafa da aynı işlem uygulanırsa, denklemin eşitliği bozulmaz. Örneğin, 4 x 12 = 6 x 8; denklemin her iki tarafını da 2'ye bölerseniz 2 x 6 = 3 x 4 elde edersiniz. Ama 6 x 0 = 8 x 0 denkleminin iki tarafını da 0'a bölersek, 6 = 8 sonucuna ulaşırız ki, bu da mantıksızdır: Eğer bu doğru olsaydı, tüm sayılar birbirinin aynı olurdu, çünkü denkleme herhangi iki sayı yerleştirildiğinde, yine aynı sonuç elde edilir: $a \times 0 = b \times 0$.



MÖ 5. yüzyıl Yunan düşünürü Zeno tarafından öne sürülen, Zeno'nun İkinci Paradoksu. Daha çok Aşil ve kaplumbağa paradoksu olarak bilinen bu paradoks, bir yarış örneğini ele alır. Buna göre Aşil kaplumbağanın iki katı hızlı koşar ama yarışa kaplumbağanın gerisinde başlar. Şemada görüldüğü gibi Aşil 1 metre geriden başlar ve 1 m/sn hızla koşar, kaplumbağaysa 0.5 m/sn hızla koşar. Ancak, Aşil hiçbir zaman kaplumbağayı geçemez çünkü o kaplumbağanın olduğu noktaya vardığında, kaplumbağa ilerlemiştir. Günümüzde bu probleme sunulan çözüme göre Aşil'in 2 m noktasında kaplumbağaya yetişebilmek için sonsuz sayıda adım atması gerekir: Matematiksel terimlerle ifade edilirse sonsuz serisi 1+1/2 + 1/4 + 1/8 + 1/16... birleşerek 2 toplamını oluşturur. Zeno'ya ait bu ve benzeri aklı zorlayan paradokslar Yunanların sıfırı ve sonsuzu reddetmesinde önemli rol oynadı.

Antik Yunan düşünürleri sıfırı -hiçliği, boşluğu ya da vakumu- ve sonsuzu bu iki kavramdan habersiz oldukları için değil, sözkonusu kavramlar mantık sistemlerinin içinde bir Truva atı gibi göründüğü için reddettiler. Anaksagoras şöyle demişti: "Küçük şeyler arasında en küçük, büyük şeyler arasında ise en büyük diye bir şey yoktur, daima biraz daha küçük ve biraz daha büyük vardır." İşte Arşimet'in *evrende kaç kum tanesi vardır* sorusunu sormasının ve "sonsuz" yanıtını vermek yerine sayıyı Kum Hesaplayıcısı ile hesaplamaya kalkışmasının nedeni de buydu.

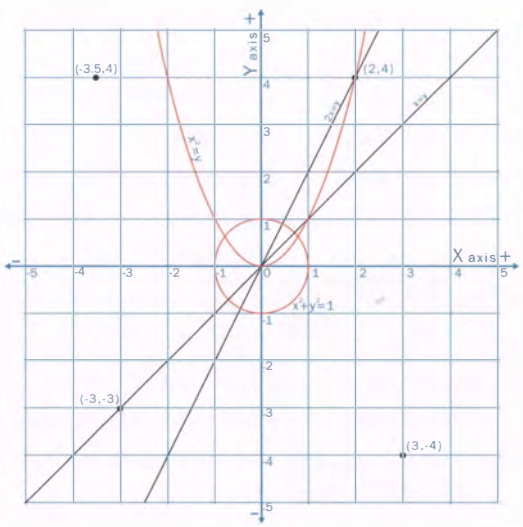
Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

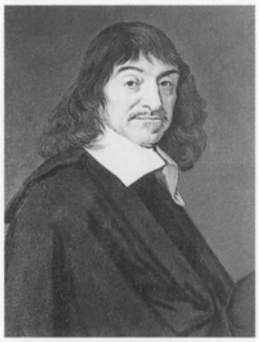
Koordinatlar

Tüm atlaslarda koordinatlar yer alır. Bu uygulama bilindiği kadarıyla Batlamyus ve Hipparkos zamanına dek geri gider. Ama 17. yüzyılda koordinatları matematik dünyasına tanıtan Descartes oldu. Descartes'in X, Y ve Z isimli, birbirine dik açılı 2 veya 3 eksen üstüne kurulu sistemi bugün hâlâ kullanılıyor. Bu sistemle konum 2 veya 3 boyutlu olarak ifade edilebiliyor. 51.46 °K 1.15 °B (İngiltere, Oxford) gibi coğrafi koordinatlar yerine Kartezyen koordinatlar örneğin, (2, 4) veya (2, 4, 5) biçiminde ifade edilir.

Eksenlerin kesiştiği merkez olan "başlangıç" noktası sıfırdır. Antik Yunanların sıfırı ve boşluğu veya vakumu reddettiği düşünülürse, bu hayli radikal bir yenilikti. Kopernik'in sonsuz bir evreni işaret eden güneşmerkezli teorisiyle sarsılan Katolik kilisesi de sıfırı ve boşluğu reddediyordu ama inancı buna ters düşen çok sayıda insan da mevcuttu. Örneğin, yayımlanmış matematik eser sahibi tek papa olan II. Sylvester, (sıfır da dahil) Arap rakamlarının Avrupa'ya tanıtılması konusunda adı geçenler arasındaydı. Cizvit eğitimi almış olan Descartes, "Boşluğu reddediyor ama onu dünyasının merkezine yerleştiriyordu" diyor Charles Seife *Zero*'da [Sıfır].

Kartezyen koordinatlarıyla (Babil ve Yunan köklerinden yola çıkarak) birlikte, Araplar tarafından geliştirilen cebir Yunanların geometrisiyle ilişkilendirilebildi. Yine koordinatlar Einstein'ın özel göreliliği basit bir düşünce deneyiyle keşfetmesine yardımcı oldu. Tekdüze, yani hızlanmadan ya da yavaşlamadan sabit hızla hareket eden bir trenin penceresinde dururusunuz ve elinizdeki taşı fırlatmadan yere bırakırsınız. Hava direnci gözardı edilirse siz hareket ettiğiniz halde, taşın düz bir çizgiyi takip ederek düştüğünü görürsünüz. Ama eyleminizi ("kabahatinizi" der Einstein) karadan gören sabit yani "hareketsiz" bir yaya, taşın parabolik bir eğimle düştüğünü görür. Bu durumda gözlenen düşüş özelliklerinden hangisi doğrudur? Gerçekte doğru olan düz çizgi midir, yoksa parabol mü? Yanıt: "Her ikisi de." Burada "gerçeklik" gözlemcinin hangi referans çerçevesine -geometrik terimlerle söylemek gerekirse hangi koordinat sistemine- bağlı olduğuna göre değişir: Treninkine mi yoksa karanınkine mi? Einstein'ın *Görelilik*'te söylediğine göre, aslında neler olup bittiği görelilik terimleriyle şöyle açıklanabilir: "Taş, trene sıkı sıkıya bağlı olan koordinatlar sistemine göre düz bir çizgide hareket eder, ama karaya sıkı sıkıya bağlı olan koordinatlar sistemine göre bir parabol çizer. Bu örnek sayesinde, birbirinden bağımsız biçimde var olan yörünge diye bir şeyin olmadığı ("yol eğrisi"), yalnızca belli bir referanslar bütününe göre var olan bir yörünge olduğu açıkça görülür."





Cebiri geometriyle ilişkilendiren koordinat sisteminin mucidi düşünür, matematikçi ve bilimci René Descartes (1596-1650). Sol aşağıdaki **şemada iki boyutlu kartezyen koordinatlarıyla birlikte dört nokta ile dört cebirsel denklem görülüyor: İki düz çizgi, bir daire ve bir parabol. (Sistemin negatif sayılara doğru genişletilmesi, Descartes'in meslektaşlarının işiydi). Kartezyen eksenlerde gösterilen x = y denklemi eğimi 1 olan düz bir çizgidir ve 2x = y de, eğimi 2 olan düz bir çizgidir. Diğer basit denklemler ise eğriler oluşturur: $x^2 = y$ bir paraboldür; $x^2 + y^2 = 1$ yarıçapı 1 olan bir dairedir.**

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

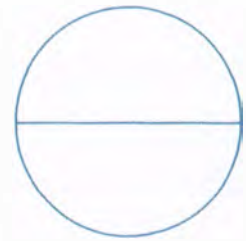
Geometri

Platon Akademisi'nin kapısı üzerinde (kelimesi kelimesine çevirisiyle) şöyle yazar: "Geometrik olmayan kimse giremez." Her ne kadar antik Yunanlar geometriye sadece meraktan dolayı eğilmiş olsalar da, aslında çalışmaların gerçek dünyayla da bağlantısı vardı. Geometri sözcüğünün kendisi "Yerküre Ölçümü" anlamına gelir. Öte yandan geometri, klasik dönem öncesinde de pratik yaşam için büyük önem taşıyor olmalıydı. Gerçekten de hem geometri hem de aritmetiğin, firavunların yüzölçümü tekniklerine uzanan ortak bir kökenleri olabilir. Mısırlı yer ölçümcü, düz çizgi çizmek için sıkıca gerilmiş ip kullanırdı, daire çizmek içinse bir eksen etrafına gerili bir ip.

Piramitlerin yapımında geometrinin yeri büyüktü. Öncelikle piramidin kenarlarının eksenini belli yönlere göre düzenlemek için gerekliydi. Kuzey-güneyi anlamak için güneş saatindeki (saatinin içindeki çubuk) gibi kuma saplanmış dikey bir sırığa vuran öğlen ışığının yönüne bakılırdı. "Ardından çubuk gölge tepesinin izlediği yol gözlemlenirdi. Güneş saati milinin etrafında oluşan daireyi ikiye bölmek için A ve B noktaları birleştirilirdi. Sonra da gün ortası güneş ışığının yönünü belirlemek için AB doğrusu ikiye bölünürdü" diye açıklıyor Q. A. W. Dilke, *Mathematics and Measurement*'ta [Matematik ve Ölçüm]. (Buna alternatif olarak bir yıldızın yükselme ve batma pozisyonları aynı şekilde kullanılabilir.)

Piramitlerin eğimli yüzeylerinin gradyanı (ki en eskisi olan Sakkara piramidi hariç, bunların hepsinin zemin planı kareydi) hem apekslerinin yüksekliğine hem de kenarlarının uzunluğuna bağlıydı. Gradyanın hiyeroglif karşılığı *skd*'ydi ve oran anlamına geliyordu. Ölçüm avuç cinsinden yapılıyordu (7 avuç = 1 kübit) ve bir kenar uzunluğunun yarısı (avuç cinsinden) apeksin yüksekliğine bölünüyordu (kübit cinsinden). Rhind matematik papirüsünde bu tür çok sayıda aritmetik alıştırması yer alır (*bkz. sayfa 32*). Örneğin, "Dikey yüksekliği $93\frac{1}{3}$ (kübit) olan bir piramit var. Kenar uzunluğu 140 (kübit) ise bana *skd*'sini söyleyin." Önce kenar uzunluğunun yarısını alabilmek için 140 sayısı 2'ye bölünür, 70 elde edilir. Ardından sonuç 7 ile çarpılarak avuç birimine çevrilir ve 490 elde edilir. Sonra da 490 sayısı $93\frac{1}{3}$'e bölünerek $5\frac{1}{4}$ avuç sonucuna ulaşılır. Bir avuç dört parmak eninde olduğundan, nihai yanıt 5 avuç, 1 parmak enidir. Aynı yöntemin kullanıldığı, kenarı 440 kübit ve platformdan apekse orijinal yüksekliği 280 kübit olan Büyük Giza Piramidi'nde *skd* $5\frac{1}{2}$ avuçtur.

Yunanlar geometriyi Mısırlıların kavrayamadığı soyut alanlara doğru geliştirdiler. Öklid'in beş aksiyomu ve ilk olarak MÖ 300 civarında ileri sürülen beş "ortak kavram" geometride 19. yüzyıla, okul kitaplarında ise 20. yüzyıla dek hüküm sürdü. Sözkonusu aksiyomlardan biri ("Merkezi ve üstündeki bir nokta verildiği takdirde, bir daire oluşturulabilir") halen geçerlidir. Paralel aksiyom denen, en ünlü bir diğer aksiyomun kanıtlanması için 1820'lere kadar çeşitli girişimler gerçekleştirilirken, bir yandan da bir başarısızlık sonucu "Öklitçi olmayan geometri" diye bilinen, yeni ve önemli bir vizyon doğdu.



1



2



3



4

Erken dönem Yunan geometrik önermeleri. Bunlar MÖ 6. yüzyılda yaşamış olan Miletli Thales'e atfedilir. 1) Çap, çemberi iki eşit parçaya böler. 2) Bir ikizkenar üçgenin taban açıları birbirine eşittir. 3) Birbiriyle kesişen iki doğru, iki çift eşit açı oluşturur. 4) Bir yarım dairenin içine çizilen açı, dik açıdır.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

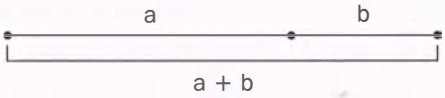
Altın Oran



Leonardo'ya ait *Mona Lisa*'nın yüzünün altın oranı ortaya koyduğu sıkça söylenir. Yani yüzün çevresine bir dikdörtgen çizerseniz, dikdörtgenin yüksekliğinin genişliğine oranı 1.618 : 1'e yakın olacaktır (8:5'ten biraz fazla). Leonardo bu oranı göz önünde bulundurduğunu hiçbir zaman belirtmedi ama kendisinin, oran üzerine üç ciltlik bir tez olan *Divina Proportione*'nin yazarı Luca Pacioli'yle yakın dost olduğu da bilinir. Pacioli "ilahi oran"ın insan yüzünde bulunması gerektiğine gerçekten inanıyordu.

Altın oranının kullanıldığı ileri sürülen başka pek çok konu vardır. Örneğin, Yunan Parthenon'u, Gutenberg İncili'nin iki sütun tipi bölümü, bölmeli natilüs kabuğunun spiralleri, hatta günümüz kredi kartlarının orantısı. Bu konu (onu ilk kez yazıyla tanımlayan) Öklid'den, Kepler ve Roger Penrose'a dek pek çok matematikçinin ilgi odağı oldu. "Biyologlar, sanatçılar, müzisyenler, tarihçiler, mimarlar, psikologlar ve hatta mistikler onun her zaman, her yerde bulunuşunun ve cazibesinin temeli üzerine düşünüp, tartıştılar. Aslında altın oranın, her tür disiplinden düşünür için matematik tarihinde hiçbir sayının olmadığı kadar büyük bir ilham kaynağı olduğunu söylemek yanlış olmaz" diyor astrofizikçi Mario Livio *Altın Oran* adlı kitapta. Ancak, tüm bu belirgin vakaların kasıtlı olduğuna yönelik hiçbir kanıt mevcut değil.

Matematiksel olarak günümüzde -onu Parthenon'da kullandığı söylenen Yunan heykeltıraş Phidias'ın adına istinaden- (phi) olarak bilinen altın oranı anlatmanın en kolay yolu, bir çizgiyi daha büyük bir *a* bölümüne ve küçük bir *b* bölümüne bölerek örneklemektir:



Altın oran tüm çizginin büyük bölüme, büyük bölümün de küçük bölüme oranıdır. Daha açık ifade etmek gerekirse: $\phi = (a + b) / a = a / b$. Sonuç $(1 + \sqrt{5})/2$, yani yaklaşık 1.618'e karşılık gelen oransız (irrasyonel) bir sayı.



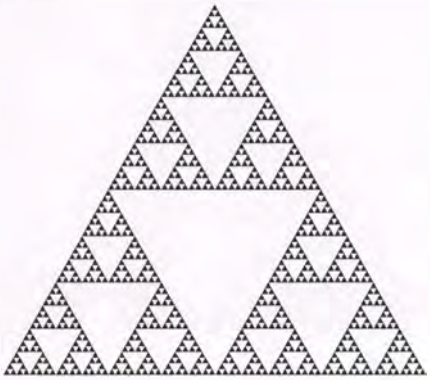
En üstte: **Atina'daki Parthenon, MÖ 5. yüzyıl İki belirgin altın oran örneği fotoğrafta işaretlenmiş -A: B ve C: (A+B). Ancak, tapınağın Yunan tasarımcılarının altın orana özel bir önem verdiklerine yönelik kesin bir kanıt mevcut değil.**

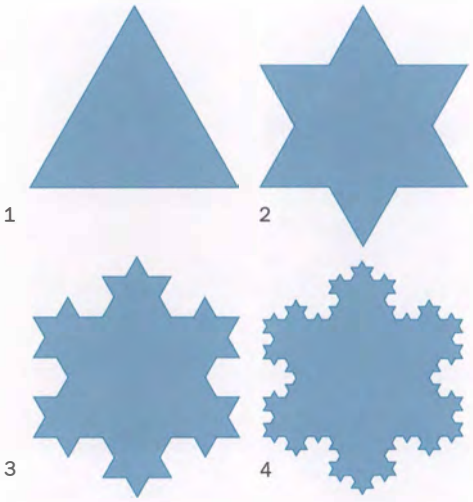
Yukarıda: **Natilus kabuğu. Kabuğun birbirini takip eden (ve onun suda yüzmesini sağlayan) sarmal bölümleri, altın orana benzer bir orana sahip.**

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Fraktaller

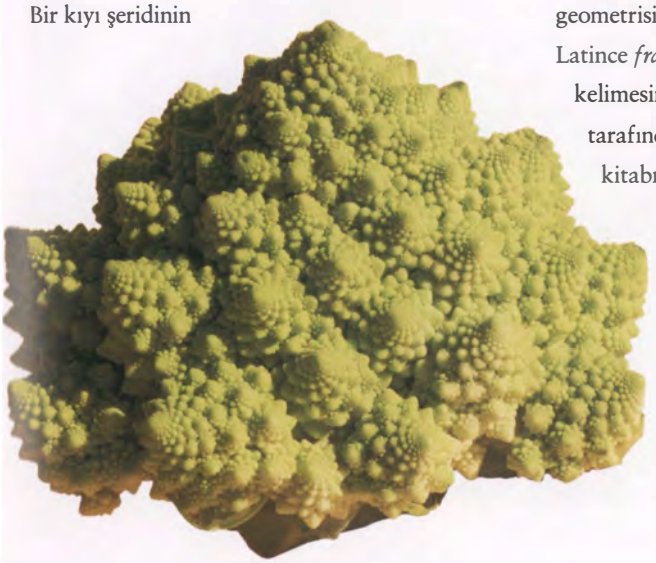






Doğal ve insan yapımı fraktaller. Romanesco karnabaharının her bir tomurcuğu (sol altta) **bütün başın görüntüsüyle tıpatıp aynı ve tekrar tekrar aynı görünüme sahip daha küçük parçalara bölünebilir. Beş kademelik bölme çıplak gözle gözlenebilir, bir büyüteç ve mikroskopla ise çok daha fazlası. Her bir büyüklük ölçeğinde, "kendine benzerlik" fraktallerin başlıca özelliğidir ama kendine benzerlik *derecesi* tıpatıp benzerden, niteliksel benzerliğe dek değişiklik gösterir (eğrelti otları ve kan damarları gibi). İki basit matematiksel fraktal olan Koch kar tanesi** (solda) **ile Sierpinski üçgeni** (en solda) **tıpatıp kendine benzerdir. Kar tanesi eşkenar üçgenin her bir doğru parçasının dört doğru parçasına tekrar tekrar dönüştürülmesiyle oluşur ve ortaya bir üçgen "yumrusu" çıkar. (Birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü tekrarlar şekilde görülüyor.) Bu nedenle Koch kar tanelerinin alanı sonluyken, sınır uzunluğu ise sonsuzdur.**

Kıyı şeridinde yürüyüş yapanların ortak deneyimlerinden biri, yürüyüş yolunun, tabelada belirtilenden çok daha uzun sürmesidir. Antik Yunanlar da Sardinya ve Sicilya adalarını ölçmekte zorluk yaşamışlardı. Kanıtlar daha çok Sicilya'nın Sardinya'dan büyük olduğu yönündeydi (ki artık yüzölçümü açısından bunun çok da doğru olmadığını biliyoruz) ama antik dönem denizcileri coğrafyacılarla aynı görüşte değildi. Sardinya'nın etrafından dolaşmak, Sicilya'dan uzun sürüyordu çünkü kıyı şeridi daha uzundu. Bir kıyı şeridinin uzunluğu sorusunun, dosdoğru bir yanıtı olmadığını biliyoruz. Büyük bir gemi belli bir ölçüm yapabilir, küçük bir tekne başka bir ölçüm, bir yürüyüşçü ise daha da büyük bir ölçüm yapabilir. Ne kadar yanaşırsak kıyı şeridi o kadar fraktal (parçalı) bir görünüm alır ve o denli uzar. Sorunun doğru yanıtı, kıyı şeridini ne şekilde ölçtüğümüze bağlıdır.



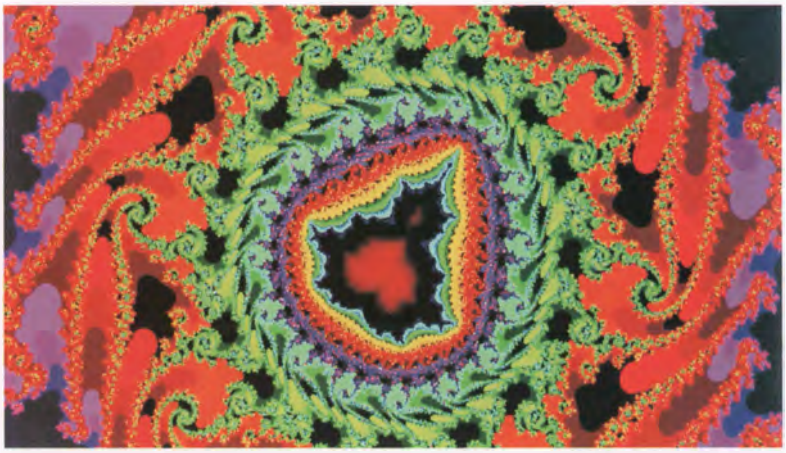
Öklid'in pürüzsüz geometrisinde bu tür engebeli yapılar yer almasa da, onlar doğanın ayrılmaz bir parçasıdır ve 20. yüzyılda yeni fraktaller geometrisinin önünü açmışlardır. Bu sözcük Latince *fractus* ("kırık" veya "parçalı") kelimesinden, matematikçi Benoit Mandelbrot tarafından 1975'te türetilmiştir. Mandelbrot'un kitabı *The Fractal Geometry of Nature*'ın [Doğanın Fraktal Geometrisi] açılış sözleri şöyledir: "Bulutlar küre değil, dağlar koni değil, kıyı şeritleri çember değil, ağacın kabuğu pürüzsüz değil ve yıldırım da doğru bir çizgiyi takip etmez."

Fraktal analizi son yıllarda Amerikalı soyut resim sanatçısı Jackson

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Pollock'ın tablolarına uygulandı. Pollock sözkonusu eserlerinde "doğanın ritmi" diye adlandırdığı şeyi resmediyordu. "Jack the Dripper"* diye bilinen Pollock, ambarının zeminine yaydığı genişçe tuvalin üstüne, teneke bir kutuya daldırdığı tahta bir çubukla boya damlatmayı seviyordu. Sonuç ise inanılmaz derecede göz alıcı olabiliyordu. Tıpkı iyi bilinen çalışmalarından biri olan, 1950 tarihli *Sonbahar Ritmi* gibi. Pollock'ın tekniğinden ilham alan (birkaçı sahteciliğe de kalkışan) çok kişi onun izinden gitse de, bu en iyi çalışmanın cazibesini başarıyla tekrarlayabilen olmadı. Örneğin, aşağıdaki Pollock yapımı olmayan damlatma tekniğiyle yapılmış tablo.

Pollock'ın sanatının ardında fraktal yapının yattığı görüşü, fizikçi Richard Taylor'un ilgisini çekti. Taylor ve meslektaşları çeşitli Pollock tablolarını -ve Pollock'ın olmayan ama damlatma tekniğiyle yapılmış birkaç tabloyu- bilgisayarda *desen boyut analizine* tabi tuttular ve en küçük ölçekteki benekten, yaklaşık bir metrelik desene dek her parçayı değerlendirmeye aldılar. Sonuçta diğer ressamların değil, Pollock'ın desenlerinin önemli ölçüde fraktal olduğu ortaya çıktı. Taylor 2002 tarihli *Scientific American*'da şunları söylüyordu: "Ve en büyüğü, en küçüğünden bin kattan daha büyük olan desenler, tüm boyut aralıklarında fraktaldı." Diğer bilimciler aynı fikirde değil ama eğer Taylor haklıysa, Mandelbrot'nun doğadaki fraktalleri ortaya çıkarmasından onlarca yıl önce Pollock onları resmediyor olabilirdi.



Yukarıda: **Çok küçük bir parçası görülen ve Mandelbrot seti diye bilinen fraktal, Koch kar tanesinden veya (bir önceki sayfada yer alan) Sierpinski üçgeninden çok daha karmaşık, çünkü tıpatıp kendine benzer değil. "Tüm Mandelbrot seti aynı ölçekte çizilmiş olsaydı, ucu Sirius yıldızına dek uzanırdı" diyor Mandelbrot.**

* "Jack the Ripper"a, yani "Karındeşen Jack"e gönderme. "Drip" fiili İngilizcede damlatma anlamına gelir, "dripper" ise damlatan kişi (ç.n.).





Yukarıda: **Jackson Pollock (1912-56). Doğa resimlerindeki desenler, taklitçilerinin (solda) aksine önemli ölçüde fraktal.**

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

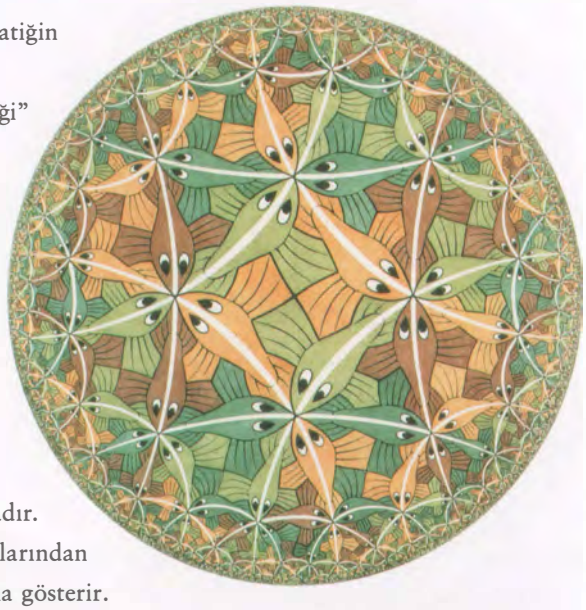
Matematik: Doğal mı İnsani mi?

Doğanın, yani fiziksel gerçekliğin insan tarafından formüle edilen matematikle açıklanabilirliğinden nasıl bir anlam çıkarmalıyız? Sayılar ve aralarındaki ilişkiler, zihinden bağımsız olarak "orada bir yerde" gerçekten var da, biz insanlar onları "keşif" mi ediyoruz, yoksa onlar gerçekliği bizim tarafımızdan dayatılmış basit zihinsel icatlar mı? Örneğin, doğada gerçekten de altın oranlar ve fraktaller var mı?

Galileo'nun deneyleriyle elde ettiği sayısal değerleri, çıkarımını yaptığı hareket yasasının şahsına değil, doğaya ait olduğunun bir kanıtı olarak sunuşundan beri önde gelen bilimciler bu önemli soruya kafa yorar oldular. Ama herhangi bir sonuca varamadılar. Fizikçi Heinrich Hertz şöyle diyordu: "İnsan bu matematiksel formüllerin bağımsız bir varlığı ve kendine ait bir zekası olduğu; bizden, hatta kâşiflerinden de bilge oldukları, ve bizim onlardan, ilk başta içlerinde barındırdıklarından da fazlasını edindiğimiz hissinden bir türlü kurtulamıyor." Einstein ise her zamanki mizahi diliyle şu ifadeyi kullanmıştı: "Matematiksel önermeler gerçekliğe atıfta bulundukları sürece kesin değildir; kesin oldukları zaman ise gerçekliğe atıfta bulunmazlar." Ancak, Einstein sonraları bu görüşünü belirgin biçimde değiştirdi: "Deneyim, elbette matematiksel bir yapının, fiziksel yararının tek ölçütüdür. Ancak, yaratıcı ilke matematiğin içinde barınır. Bu nedenle de ben, tıpkı eskilerin zihinlerinde canlandırdıkları gibi, saf düşüncenin gerçekliği kavrayabileceğine inanıyorum."

Bir diğer fizikçi, Nobel ödüllü Eugene Wigner ise "Matematiğin Doğal Bilimlerdeki Mantıksız Verimliliği" konulu ünlü bir konferans verdi ve şu anektodu anlattı: İki lise arkadaşı işleri hakkında sohbet etmektedir. Biri istatistikçidir ve nüfus trendleri üzerinde çalışmaktadır. Yayınlanan çalışmalarından bazılarını arkadaşına gösterir. Çalışma, her zamanki gibi (normal) Gaus dağılımının çan eğrisiyle başlamaktadır. İstatistikçi gerçek nüfus sembollerinin, ortalama nüfusun vb. anlamını açıklar. Arkadaşı ise tüm bunların bir şaka olduğunu düşünmeye başlar ve "Bunları nereden biliyorsun ki?" der. "Peki şuradaki sembol ne?" diye devam eder. "Ah," der istatistikçi. "O pi." "Pi nedir?" diye sorar arkadaşı. Bir dairenin çevresinin çapına oranı" yanıtını alınca ise, "Şakayı iyice abarttın artık" der arkadaşı. "Herhalde nüfus dediğimiz şeyin, dairenin çevresiyle alakalı olacak hali yok"

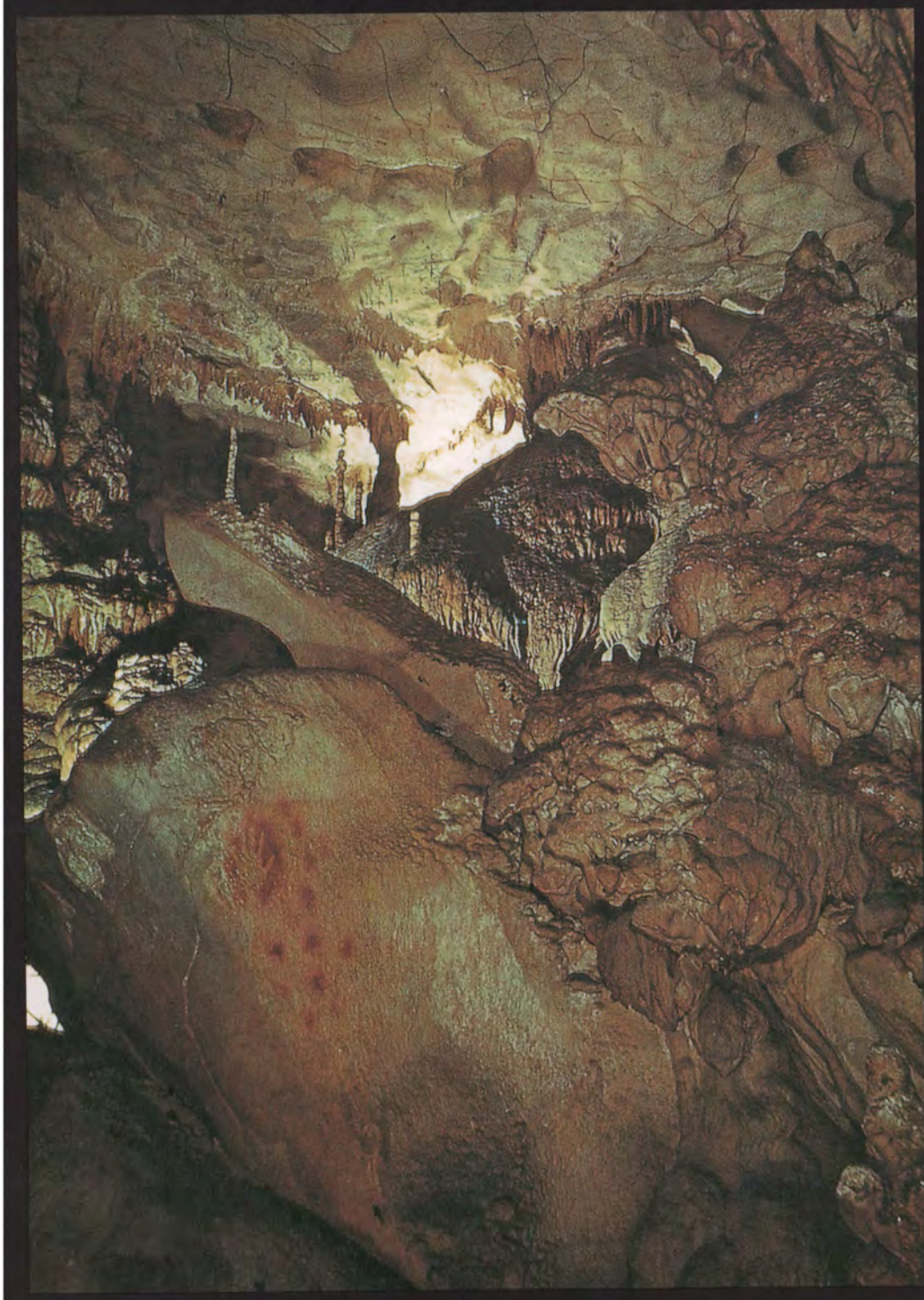
Wigner bu tepkiye "basit sağduyu" der ve kabul eder: "Matematiksel kavramlar tamamen beklenmedik bağlantılarda ortaya çıkar. Üstelik çoğu zaman da fenomenlerin bu bağlantılar içinde, beklenmedik derecede yakın ve doğru tanımlanabilmelerine olanak tanır... Matematiğin doğal bilimler içindeki muazzam kullanışlılığı gizemin sınırında gezinir ve mantıklı bir açıklaması da yoktur."



M. C. Escher'e ait, 1959 tarihli *Çember Limiti III* görülüyor. Escher'in klasik çizimleri herkesi, özellikle de matematikçileri büyüler çünkü çizimler doğa ile matematik arasındaki ilişkiyi canlandırır. Bu resim Öklitçi olmayan geometride bir düzlemi resmediyor. Einstein'ın genel görelilik teorisi için hayati önem taşıyan bu alışılmamış eğimli yüzey geometrisinde, "eğik çizgilerin düz; tüm üçgenlerin (ve tüm balıkların) eşit büyüklükte; dış çemberin "sonsuzda"; ve orada birleşen çizgilerin ise paralel olduğu düşünülmeli" (Luke Hodgkin'in *A History of Mathematics: From Mesopotamia to Modernity* [Matematiğin Tarihi: Mezopotamya'dan Günümüze] isimli kitabından).

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

3. Bölüm *Geleneksel Birimler*



Buzul Çağı'na ait bir duvar yazısı. Aşınmış kaya parçası üstündeki el izi ve kırmızı noktalar büyük olasılıkla 20,000 yaşında. Güney Fransa, Lot'taki Pech Merle mağarasında yer alıyorlar. Bu basit ama canlı çizim ne anlama geliyor? "Ben buradaydım, hayvanlarımla birlikte" mi yoksa ortada daha derin bir sembolizm mi var? Mağarada bunun gibi pek çok örnek mevcut. Diğer resimlerde noktalı ya da noktasız, at, bizon ve mamut gibi tanınabilir hayvanlar yer alıyor. Çizimin anlamını kesin olarak bilen yok ama insan elinin ve kol ve ayak gibi diğer bedensel bölümlerin eski çağlarda uzunluk ölçüm sistemlerinin temelini teşkil ettiği biliniyor.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Ağırlık ve Yoğunluk

Dünyanın ölçüm amaçlı olduğu kesin olup, günümüze dek ulaşan en eski ölçüm sistemi, MÖ 2500'e tarihlenen İndus Vadisi Uygarlığı'na ait, standart taşlardan oluşan bir ağırlık setidir (bkz. sayfa 8). Belki de bu setin uzunluk, alan veya hacim yerine ağırlığa yönelik olmasına şaşmamalıyız çünkü gıda ve altın ile gümüş gibi değerli maden alım satımında, tüm ölçülerin içinde en önemlisi ağırlıktır. Belki bize hayli tanıdık gelen *ağırlıklar ve ölçüler* sözünün, veya adalette terazinin böylesine önemli rol oynamasının ardında da yine aynı şey yatıyordur. Antik çağlara ait en önemli öykülerden biri de ağırlık ölçümü üzerinedir (Arşimet'in "Evreka!" diye bağırması).

Metrik sistem öncesinde dünyada Sümer *şekel*'inden ve *talent*'inden, Yunan *mina*'sına ve Roma *libra*'sına, günümüz ABD'sinin paund ve onsuna ve hatta eczacı tartısından mücevheratçı karatına dek binbir çeşit ağırlık kullanılırdı.

İlginç örneklerden biri de 15. ve 16. yüzyıllarda, Cenevre'de, seyahat eden tacirlerin vergisini belirlemede kullanılan "çuval" birimiydi. O dönemde eşyalar ikili çuvallar biçiminde, yük katırlarının sırtında taşınırdı. Değerlendirme ağırlıktan çok çuval sayısına bağlı olduğunda elbette tacirler tarafından suistimale açık bir durum sözkonusuydu. Tacir çuvalları ağır eşyalarla tıka basa doldurup, yarısı boş çuvallarla aynı parayı ödeyebiliyordu. Ama bu noktada, çuval için standart ağırlık belirlemeye yarayan bir dengeleme mekanizması devreye giriyordu. "Ne de olsa katırın çok az ya da çok fazla yüklü olmaması tacirin çıkarı için de önemliydi çünkü kendisini Alp geçitlerinden birinde, malı mülkü kayalara saçılmış, hayvanı devrilmiş halde bulabilirdi" diyor Witold Kula *Measures and Men*'inde [Ölçüler ve İnsan].

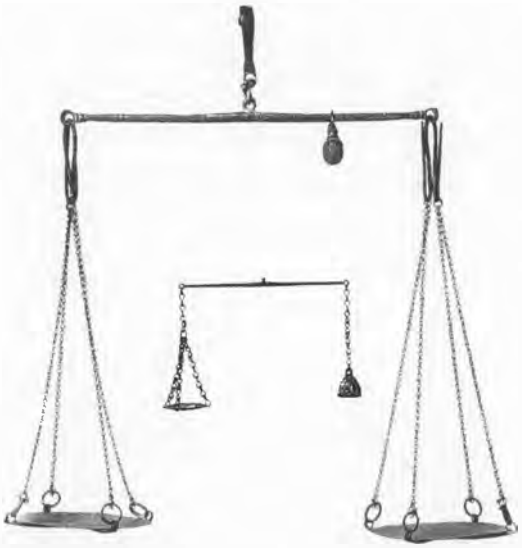
Resmi "standart ağırlık belirleme" yöntemleri (toplumsal denetim, yetkililerin ve din görevlilerinin gözetimi) diğer ölçüler için de geçerliydi. Toplumsal denetim, standartların belediye binasında ya da pazar yerinde sergilenmesi şeklinde gerçekleşebiliyordu. Böylece çıkan tartışmaları yatıştırmak için ölçülere kolayca ulaşılabiliyordu. Milli ve yerel yetkililerin



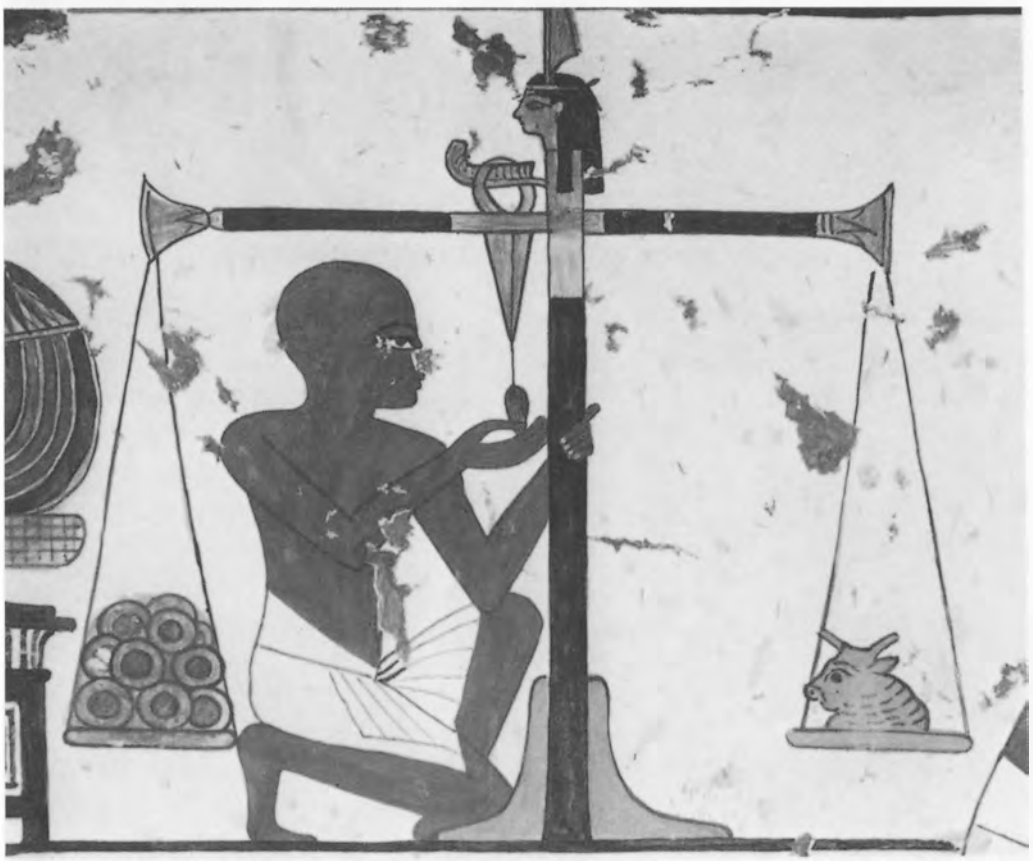
Aşağıda: III. Geroge'un *"avoirdupois"* kap ağırlığı: 28 paund, 14 paund, 7 paund, 4 paund, 2 paund, 1 paund, 8 ons, 4 ons, 2 ons, 8 dirhem, 2 dirhem. Bir paund avoirdupois (0.454 kg) 7000 tahıl ağırlığındaydı. Tahıl ise "başağın ortasından bir arpa tanesinin ortalama ağırlığıydı ve 64.8 mg'ye denk geliyordu" (R. D. Connor, *The Weights and Measures of England* [İngiltere'nin Ağırlık ve Ölçüleri] adlı kitabından). Bir paundda 16 ons vardı ve bir onsta da 16 dirhem. *"Avoirdupois"* Eski Fransızcadaki aveir de peis sözünde geliyordu ("ağırlığın vasıfları").

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

yönlendirmesi doğrultusunda uzunluk ve hacim standartlarına uygun taşlar kesiliyor veya silinmeyi, sahteciliği önlemek için çoğu zaman işlemeli metaller dövülüyordu. O durumda bile ölçüler üzerine çıkan büyük kavgalarda sözkonusu standartlar nüfuz sahibi kimseler tarafından yok edilebiliyordu. Nihai standartlar ise çoğu zaman Yahudi Tapınağı, Başkent Roma ya da Bizans Aya Sofya gibi kutsal yerlerde saklanıyordu. Bu yerlerin günümüzdeki karşılığı standart kilogramın saklandığı Paris yakınlarındaki Sevr'de bulunan Uluslararası Ağırlık ve Ölçüler Bürosu ve İngiltere'deki Ulusal Fizik Laboratuvarı gibi yerlerdir.



Pompeii'den bronz Roma tartıları, MS 79. *Libra* ("paund") Roma'nın standart birimiydi. Ona bazen *pondo* eşlik ederdi. *Libra pondo* ("ağırlıkta bir paund") deyimi buradan geliyordu ve sonraları pondo'nun kendisi "(bir) paundluk ağırlık" anlamına gelmeye başladı. Akıl karıştıran bir konu İngilizcede paund'un *pondo*'dan, ama onun kısaltması olan lb'nin *libra*'dan gelmesidir. Bir *libra* 27-27.5 gramlık 12 "unciae"ye eşitti ve bundan da "ons" türetildi. Ama İngiliz paundunda 16 ons vardır.



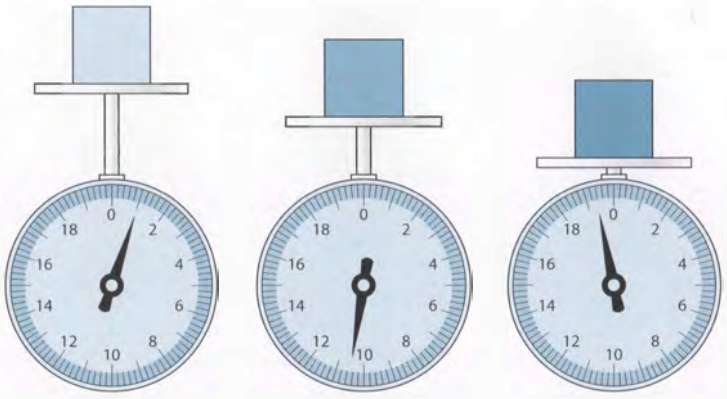
MÖ yaklaşık 1400'lere ait bu çizimde, bir Mısırlı, boğa başı biçimindeki bir ağırlıkla altın yüzükleri tartıyor. Geleneksel Mısır birimi yaklaşık 93.3 gram ağırlığındaki *deben* idi ama sonraları onun yerini 9-10 gramlık *kite* aldı ve *deben* 10 kite'ye eşit olacak şekilde ayarlandı. Deben ile bakır, gümüş ya da altın, *kite* ile ise yalnızca gümüş ve altın tartılabiliyordu. "Pek çok metal olmayan eşyaya karşılık gelen değeri belirlemede kullanılıyor, böylece firavunluk döneminin paraya dayalı olmayan ekonomisi içinde basit bir fiyatlandırma sistemi oluşturuyordu." (Ian Shaw ve Paul Nicholson'un *British Museum Dictionary of Ancient Egypt* [British Museum Antik Yunan Sözlüğü] adlı kitabından).

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Denetim ve denge. Belçika'daki Tournal Katedrali'nde yer alan bu 15. yüzyıl vitrayı (solda) **büyük tartıyla, ağır eşyaların ölçümünü gösteriyor. İsraf, dökülme ya da benzeri kayıplar göz önünde bulundurularak terazi genelde müşterinin lehine dengeleniyordu. Ama ekmek sözkonusu olduğunda farklı bir sorun ortaya çıkıyordu: Kazara ya da bilerek düşük gramajlı ekmek üreten fırıncılar. Sahtekarlık yapan fırıncının cezası, ekmekleri boynuna bağlanarak, sokaklarda süründürülmekti. Ciddi suçlar sözkonusu olduğundaysa aşağıda *Liber Albus*'ta resmedildiği gibi kızağa bağlanmaktı.**



Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

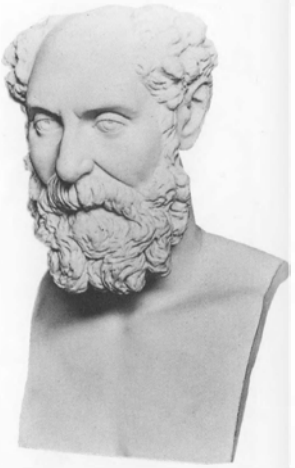


Yoğunluk ağırlığın hacme oranıdır. Çimento dolu bir çuval, talaş dolu aynı çuvala kıyasla çok daha ağırdır. Buz sudan "hafiftir" ve suda yüzer, taş ise sudan "ağırdır" ve suda batar. Ama taşın yoğunluğunun sudan hayli fazla, suyun ise buzdan biraz daha yoğun olduğunu söylemek daha doğru olur. Öte yandan, altının yoğunluğu elbette bu ikisinden çok daha fazladır. Bir cm^3 altının ağırlığı 19.3 gram iken, gümüşünki 10.5 gram, suyunki ise 1 gramdır. Altının suya göre oranı 19.3'tür. Bunu eşit hacme sahip altın, gümüş ve suyu gösteren çizimde görebilirsiniz.

Arşimet ağırlık, hacim ve yoğunlukla ilgili bilgisini MÖ 3. yüzyılda gündelik kullanıma geçirmişti. Kentin hükümdarı II. Hieron, kuyumcu ustasına yaptırdığı taçtan şüphe ediyordu ve Arşimet'ten taca zarar vermeden onun saf altından mı yoksa altın-gümüş alaşımından mı yapıldığını bulmasını istedi. Anlatılana göre yöntem, Arşimet'in aklına banyo küvetindeyken ve bedeninin suya basıncını ve basınca karşılık taşan suyu izlerken gelir. Arşimet sevinçle küvetten fırlar ve -belki de çıplak halde- sokaklarda "Evreka!" diye bağırarak koşar. Bu söz aşağı yukarı "Buldum!" anlamındadır. Nihayetinde talihsiz kuyumcu ölümle cezalandırılır. Daha doğrusu Romalı Vitruvius ölümle cezalandırıldığını söyler.

Ne var ki Arşimet'in gerçekte ne tür deneyler yaptığını bilemiyoruz. Ayrıca elimizde Arşimet ilkesinin kendi sözleriyle ifadesi de mevcut değil. İlkenin modern versiyonu şöyle: "Bir sıvıya daldırılan cismin ağırlık kaybı, o cismin taşırdığı sıvının ağırlığına eşittir." (Örneğin, bir buzul yüzebileceği kadar ağırlık kaybeder.) İki cisim aynı kütleye ama farklı hacimlere (yani farklı yoğunluklara) sahipse hacmi büyük olan (düşük yoğunluklu) daha fazla su taşırır ve suya batırıldığında ağırlığı, küçük olandan daha az gelir. Diğer bir deyişle, sözkonusu taç, alaşım olsaydı ve saf altından yapılma taçtan daha düşük yoğunluğa sahip olsaydı, suyun içindeki ağırlığı, saf altından beklenenden daha az olurdu. Tahminlere göre Arşimet bir tartıya bağlı saf altını suya batırdıktan sonra onun ağırlık kaybını ölçtü. Böylece altının göreceli yoğunluğunu elde etmiş oldu. Bu sonucu kullanarak da saf altından yapılma taçtan beklenen ağırlık kaybını hesaplayabildi. Ardından ölçümü gerçek taçla yineledi ve onun sudaki ağırlığının hesaplanandan daha az olduğunu ortaya çıkararak nihai sonuca ulaştı.

Arşimet'in kendi zamanının geleneksel birimleriyle ifade edilen ilkesi aşağı yukarı şöyleydi: "Suya tam olarak batırılmış bir cisim hacminin her bir khoe'sine (1/12 amfora) karşılık $7^{10/19}$ *mina*'lık ağırlık kaybeder" (Alex Hebra'nın *Measure for Measure* [Ölçüye Ölçü] versiyonu). Ama Arşimet'in kullandığı bu birimler, ölümsüz genellemesinin aksine günümüze ulaşmadı.



Yunan matematikçi ve fizikçi Arşimet (MÖ 287-212 civarı) genel olarak antik dünyanın en büyükleri arasında anılır. Onun suda yüzen cisimler de dahil çeşitli çalışmalarını içeren bir parşömen 2006'da ortaya çıktı.

Uzunluk ve Mesafe

Henüz metrik sisteme geçmemiş ülkelerden biri olan Myanmar'da (Burma) -kimisi halen kullanımda olan, örneğin, kumaş ölçü birimi gibi- geleneksel uzunluk birimleri şöyledir:

10 **sançi**, bir saç telinin eni = 1 hnan, bir susam tanesi
6 **hnan**= 1 muyaw, bir pirinç tanesi
4 **muyaw**= 1 let-thit, bir parmak eni
6 **let-thit**= 1 maik, parmaklar açık halde bir avuç eni
12 **let-thit**= 1 twa, bir karış
3 **maik veya 2 twa**= 1 taung, ön kol veya kübit
7 **taung**= 1 ta, bir birimlik arazi ölçüsü
1000 **ta**= 1 taing, yaklaşık 2 mil

İnsan bedeni ile tohum ve tahıllar, dünyanın dört bir yanında tipik geleneksel uzunluk birimleri olarak kullanılırlar. Örneğin, İngiltere'de *arpa tanesi* kullanılırdı. 14. yüzyıl başı boyunca, II. Edward hükümdarlığı döneminde bir inç, "kuru ve yuvarlak olmak üzere, uç uca konmuş üç arpa tanesi" biçiminde tanımlanıyordu. Daha kısa uzunluklar içinse arpa tanesi 4 eşit parçaya bölünerek *line* oluşturuluyordu. Yani bir inç 12 *line*, bir fit 12 inç (36 arpa tanesi) ve bir yarda 3 fit ediyordu. Ama daha sonra, 1566'da kullanıma geçen yasaya göre "dört arpa tanesi bir fit" ediyordu. Yani bir fit, 64 arpa tanesine eşitti. Aradaki yüzyıllarda acaba arpa taneleri mi küçülmüştü, yoksa ayaklar mı uzamıştı? Arthur Klein *The World of Measurements* [Ölçümler Dünyası] adlı kitabında, "Tarihte birimlerin kullanımı konusundaki karışıklık ve çelişkiler, günümüzde onları düzeltme ve açıklama girişimlerini alt ediyor" diyor.

Tutarsızlık, özellikle de aşağı yukarı dirsek ekleminden el parmağının en ucu arasındaki mesafeye, yani yaklaşık yarım metreye karşılık gelen *kübit* konusunda akılları karıştırıyordu. Örneğin, Birmanya sisteminde bir *taung* (kübit) 18 veya 24 *let-thit*'tir. Antik Mısır'da kısa kübit 6 avuca, (Piramitlerin yapımında kullanılan) kraliyet kübiti ise 7 avuca eşitti. Eski medeniyetlerde kullanılan kübitleri karşılaştıracak olursak, A. E. Berriman'ın *Historical Metrology*'sine [Tarihsel Metroloji] göre uzunluklarda aşağıdaki farklılıklarla karşılaşırız:

At yarışlarında hâlâ kullanılan İngiliz *furlong*'u bir milin sekizde birine eşittir. Bu

Kübit	Metrik karşılığı
Roma	0.444 m
Mısır "kısa"	0.450 m
Yunanistan	0.463 m
Asur	0.494 m
Sümer	0.502 m
Mısır "kraliyet"	0.524 m
Talmud	0.555 m
Filistin	0.641 m



Aşağıda: **Yunan metroloji heykeli, Arundel rölyefi, MÖ 450 civarı. Yapıtın amacı çok belirgin değil ama kamuya açık alanda standart ölçümler setini temsil etmek üzere yapılmış olabilir. Kırık kısım simetrik olarak tamamlandığında kulaç diye bilinen, iki kol uzunluğu 2.08 metreye karşılık geliyor, bir fit ise 0.297 metreye. Ama bu boyutlar dönemin diğer standartlarına uymuyor. Örneğin, bir Yunan kübiti genellikle 0.463 m olarak kabul ediliyor.**



Solda: **Fitin standartlaştırılması. Jacob Koebel'in *Geometrie*'sinden (1531) bu gravür, *rute* uzunluğunun (yaklaşık 12.36 fit) Almanya'da "doğru ve yasal" biçimde nasıl belirlenmesi gerektiğini gösteriyor. *Rute* İngiltere'de *rod* (yaklaşık 16.5 fit) veya *rood* ya da *rode* diye biliniyordu ve bunların uzunlukları birbirine yakın olsa da, aynı değildi. Ölçümcü Pazar günü kilise ziyaretinden sonra, "Kiliseden çıkmakta olan uzunlu kısalı 16 kişiden durmasını rica etmeli" ardından da "sol ayakları birbirinin ardına gelecek şekilde" onları en iyi Pazar giysileri içinde sıraya dizmeliydi. (Arka planda yer alan üç gözlemci büyük olasılıkla ağırlık ve ölçüler konusunda görevli yerel komisyon yetkililerini temsil ediyor.) Koebel'in *rute*'yi temel alan çizimlerine bakılırsa, ortalama sol ayak uzunluğu 9.27 inçe karşılık geliyor ki, bu da çok kısa görünüyor. Özellikle de insanların ayakkabılarıyla resmedildiği düşünülürse. Bu durumda belki de Koebel *rute*'den çok *rod*'a yakın bir birimin ölçümünü ele alıyordu.**

ölçü ilk başta 10 (İngiliz) dönümün karesine karşılık gelen bir arazide, atla sürülen sabanın bıraktığı ize denkti (furrow; saban izi). "Furrow-long" yani saban-boyu sözü de buradan gelir. I. Elizabeth'in hükümdarlığı döneminde bir *furlong* 625 fitten 660 fite çıkarıldı (220 yarda) ve 8 furlong 5280 fite, yani 1760 yardaya eşit oldu. Diğer bir deyişle, günümüzün bir miline. Bu da mile adını veren Romalıların *milliare*'sinden yüzde 9 kadar uzundu. *Milliare* de insani ölçüleri temel alıyordu: *mille passuum*, yani bir Roma lejyonerinin uzun adımlarla "bin adımı." Bu durumda her bir Romalı "adım"ı 58 inçe veya 1.5 metreye eşit olur ki, bunun da ortalama bir adım olması olanaksızdır. Dolayısıyla Romalı "adım"ı sol-sağ-sol ya da sağ-sol-sağ döngüsünün tamamına karşılık geliyor olmalı. Öyle olursa bir adım yaklaşık 29 inçe, yani 0.75 metreye karşılık gelir.



Solda: **Kahire, Roda Adası'nda, 861-2'de tamamlanan nilometre. Sekizgen yapılı orta sütun Nil Nehri'nin yüksekliğini kübit cinsinden ölçmeye yarıyordu. İslam öncesi nilometreler ölçü olarak taş basamaklardan yararlanıyordu.**

Alan ve Hacim

İngilizcedeki "area/alan" sözü Latince *area*'dan gelir. Bu sözün anlamı "boş toprak alanı parçası"dır, aynı zamanda oyun alanı veya harman yeri anlamına da gelir. Sözcük bir diğer Latince kelime olan ve İngilizcedeki "arid/çorak" sözünün türetildiği, "kuru olmak" anlamındaki *arere* ile de aynı kökü paylaşır. Modern Latince kökenli dillerde de yine ilgili sözcüklere rastlamak mümkün: İtalyancada *ara*, İspanyolcada *drea* ve Fransızcada *are*. Fransızcadaki are 100 metrekareye karşılık gelen bir metrik alan birimidir. 10,000 metrekareye karşılık gelen "hectare" yani hektar da, Yunancadaki *hekaton*, yani 100 anlamına gelen *hecto* önekinin eklenmesiyle bu sözden türetilmiştir.

Metrik sistem uygulayan Britanya'da hektar artık en önemli İngiliz alan birimi olan, antik dönemden kalma İngiliz dönümünün yerini aldı (bir hektar 2.5 İngiliz dönümünden biraz azdır). İngiliz dönümü bir öküzün bir gün içinde saban ile sürebildiği toprak alanı olarak düşünülüyordu. Elbette bu da toprağın türü, meyli ve sululuk derecesi gibi değişken faktörlere bağlıydı. Yasal açıdan bir dönüm, boyu 40 *rod*, eni ise 4 *rod* olan dikdörtgen bir alandı. Bir *furlong* 40 *rod* olduğu için, bir dönümün uzunluğu bir milin 1/8'i, eni ise bir milin 1/80'i idi. Yani (1 çarpı 8 çarpı 80) 1 milin karesi 640 İngiliz dönümüne eşitti.

İngilizlerin kapasite (hacim) ölçüleri, alan ölçülerine kıyasla, konu üzerine ayrıntılı bir çalışma yapan Arthur Klein'ın deyişiyle tam bir "tarihsel keşmekeş"ti. Örneğin, Kraliçe I. Elizabeth döneminde, "Tahıl galonu diye adlandırılan ölçü, eski boyutu olan 268.8 kübik ince dönüştürülürken, şarap galonu 231 kübik inç olarak kaldı. Tahıl galonunun eski ölçüsü olan 282 kübik inç ise malt sıvıların ölçümünde kullanılan yeni *ale* birası galonu ölçüsüne dönüştü." Diğer bir deyişle yüzyıllar önce, *Magna Carta*'nın "tek ağırlık, tek ölçü" ilkesini açık şekilde ihlal eden -biri kuru ölçümler, diğer ikisi ise sıvı ölçümler için olmak üzere- üç ayrı galon mevcuttu (bkz. sayfa 9).

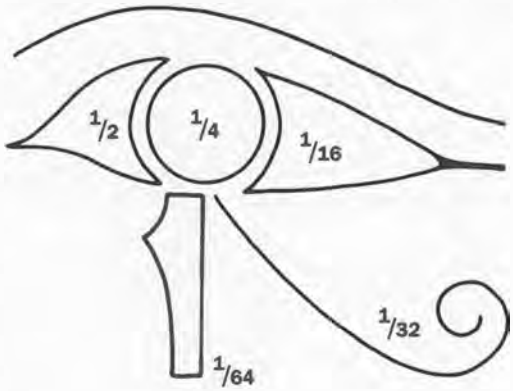
En geniş hacim terminolojisiyle ise alkol ölçümünde karşılaşılıyordu. *Pint*, *kuart*, *galon* ve *fıçıya* ek olarak ağızdolusu, *jigger*, *jackpot*, *gill*, *pottle*, *peck*, *bushel (kile)*, *hogshead*, *firkin*, *pipe* veya *butt*, *kilderkin* ve son olarak *tun*. Tıpkı galonlar gibi *hogshead*'ler de kapasite açısından büyük çeşitlilik gösteriyordu. Bir ara ale birası *hogshead*'i yalnızca 48 galona karşılık geliyordu, Londra dışında bira *hogshead*'i 51 galon (daha bereketli olan) Londra bira *hogshead*'i ise 54 galon ediyordu. Bir *pipe* 126 şarap galonuna karşılık gelen *hogshead*'in iki katıydı. Bu, Shakespeare'in şen şakrak sarhoşu Falstaff'ın içki (şeri) alışverişinden aşina olduğu bir miktardı. Ne yazık ki (kuartın iki katı, galonun yarısı, yaklaşık 2.3 litre olan) *pottle* kullanımının kalkmasından bu yana, Othello'daki "Pottle boyu alemler" -posasına dek içilmiş içkiler- gibi dizeler artık eski anlamlarını taşımıyor.



Günümüze ulaşan en eski dünya haritası, MÖ 600. Harita, etrafı okyanusla çevrili olan veya okyanus içinde yüzen bir disk biçiminde tasavvur edilmiş Babil dünyasını betimliyor. Çivi yazısıyla adlandırılmış olan dış bölgeler, aralarındaki mesafelerle birlikte (orijinali büyük olasılıkla sekiz adet) üçgenlerle belirtilmiş. "Kuzey" tepede yer alıyor, Babil bir dikdörtgensiyle ifade edilmiş ve Fırat Nehri'nin eğimli paralel çizgileriyle kesişmiş. Nehir güneye, bataklığa doğru akıyor, bataklığın ağzı ise bir dikdörtgenle belirtilmiş. Yan kanal Şattül Arap su yolunun öncülü olabilir.







Solda: **Antik Roma limanı Ostia'daki "Aula dei Mensores"de (Ölçüler Salonu) yer alan bu mozaikte, bir gemiden tahıl taşıyan ve bir *modius*'u dolduran köleler görülüyor. Genellikle "kile/bushel"e denk olduğu düşünülen *modius* (yaklaşık 8.7 litre) kuru malzemelerde en çok kullanılan ölçüydü. (Romalıların sıvılar için kullandığı amfora'nın ölçüsü değişiklik gösterse de yaklaşık 26.2 litre şarap ya da yağ alıyordu.)**

Sol aşağıda: **Tanrı Horus'un gözü biçiminde şekillendirilmiş tılsımlar antik Mısır'da çok yaygındı. Horus'un Seth ile yaptığı dövüşten sonra kaybolan sol gözünün Hathor tarafından eski haline getirilmesini anlatan efsaneye göre tılsımlar "tamamlama" ya da iyileştirme işlemini sembolize ediyordu. Bu örnekte göz, piktogram işlevi görüyor. Piktogramın içine Mısırlı yazmanlar *hekat*'ın fraksiyonlarını yazmışlar. Resmi tahıl ölçüsü olan hekat yaklaşık 4.8 litreye eşitti ve 1 *khar* (çuval) 20 veya 16 hekat alıyordu.**

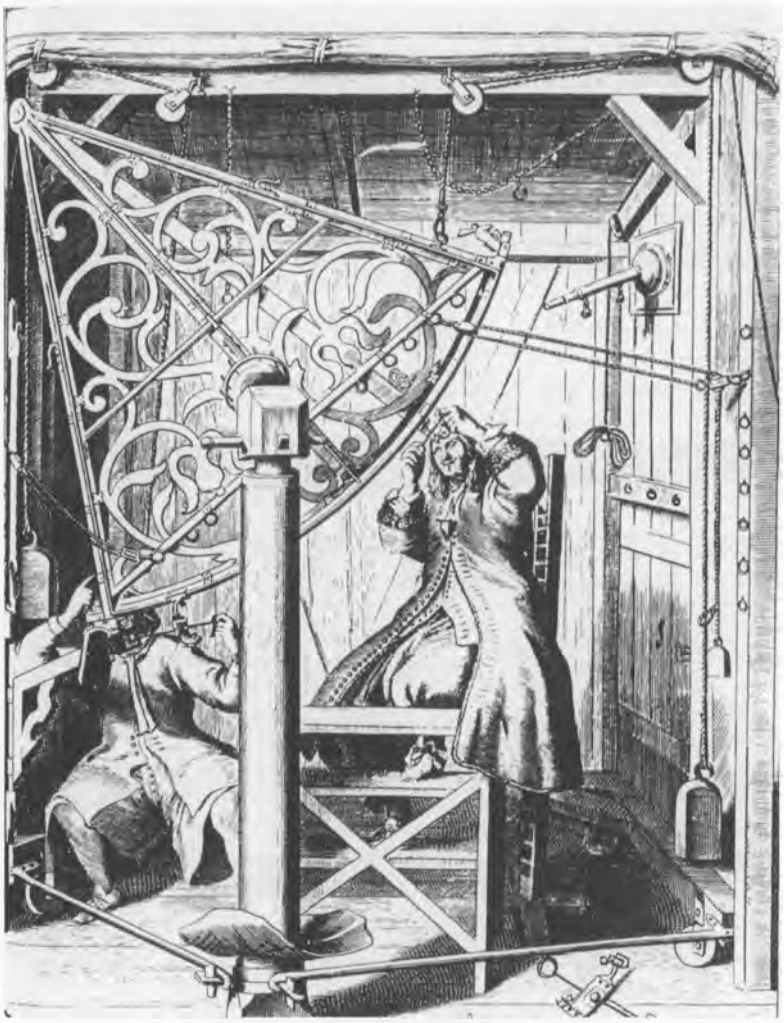
En solda: **Kraliçe I. Elizabeth'in kolları Winchester'in 1601 tarihli standart *pint* bardağının üstünde görülüyor. Bir *pint* yaklaşık 32 ağız-dolusu, 16 avuç dolusu veya *jigger*, 8 *jack* veya *jackpot*, 4 *gill* veya 2 kap ölçülerine eşitti. Bu ölçülerin çoğu kullanımdan kalkmış olsa da *pint* süt ve bira satışında halen kullanılıyor. (İngiliz sıvı *pint*'ı ABD'deki karşılığından yaklaşık yüzde 20 oranında büyüktür.)**

Açı

Bundan neredeyse yarım yüzyıl önce, gökbilimci Fred Hoyle radikal önerilerinden birini ortaya koymuştu: Daire, derece diye bildiğimiz 360 eşit parça yerine, *milliturn* denen 1000 eşit parçaya bölünmeliydi. Daha küçük *Microturn*'lere de bölünebilecek olan *milliturn* 360/1000 = 0.36 dereceye veya bir derece 60 dakika ve bir dakika da 60 saniye olduğu için 21 dakika, 36 saniyeye eşit olacaktı. Ama bu fikir hiçbir yere varmadı. Bilimciler açı ölçümü için çoktan bir SI birimi -radyan (aşağıya bakınız)- kullanmaya başlamışlardı ve dünyanın geri kalanı da Babillilerin 5000 yıllık altmışlık açı sistemini (ve zaman ölçümünde de altmışlık saat sistemini) değiştiremeyecek kadar benimsemişti.

Açı ölçümü, ağırlık, uzunluk, alan ve hacim kadar gündelik acilliği olan bir konu olmasa da yer ölçümcüler, mimarlar, denizciler ve tabii gökbilimciler için son derece önemliydi. Bu nedenle açının derece, dakika ve saniye dışında geleneksel birimleri mevcut değildir. İlk açı kavramı, bir gözlemcinin Mezopotamya'nın dümdüz ovalarından görüldüğü biçimiyle, tepe noktası ile her iki yanda uzanan ufkun en uzak noktasını kıyaslamasıyla birlikte ortaya çıktı: Tepe noktası ile ufuk arasındaki açısal mesafe, her iki yönde de belirgin şekilde dik açıydı. Ayrıca iki dik açının bir yarım daire oluşturduğu da gayet netti. Önceden de belirtildiği gibi Babillilerin dairenin tamamı için neden 360 dereceyi seçtiğini bilemiyoruz ama 360'ın kolayca bölünebilirliği büyük olasılıkla farklı açıların ölçümü ve bölünmesini de kolaylaştırmıştı.

Yüzyıllar içinde cisimler arasındaki açısal mesafeleri ölçmede kullanılan aletler üretildi ve duyarlılıkları gitgide geliştirildi. Rubu/kuadrant dairenin dörtte birini (90°), sekstant dairenin altıda birini (60°), oktant ise dairenin sekizde birini ölçüyordu (45°). Kara ya da deniz ölçümcüsü uzaktaki cismin yerini çıplak gözle belirliyordu, ardından aynalar ve teleskoplar geliştirildi. 17. yüzyılda teleskoplar çıplak göze kıyasla küçük bir üstünlüğe sahipti ama bir sonraki yüzyılda, Fransız Devrimi



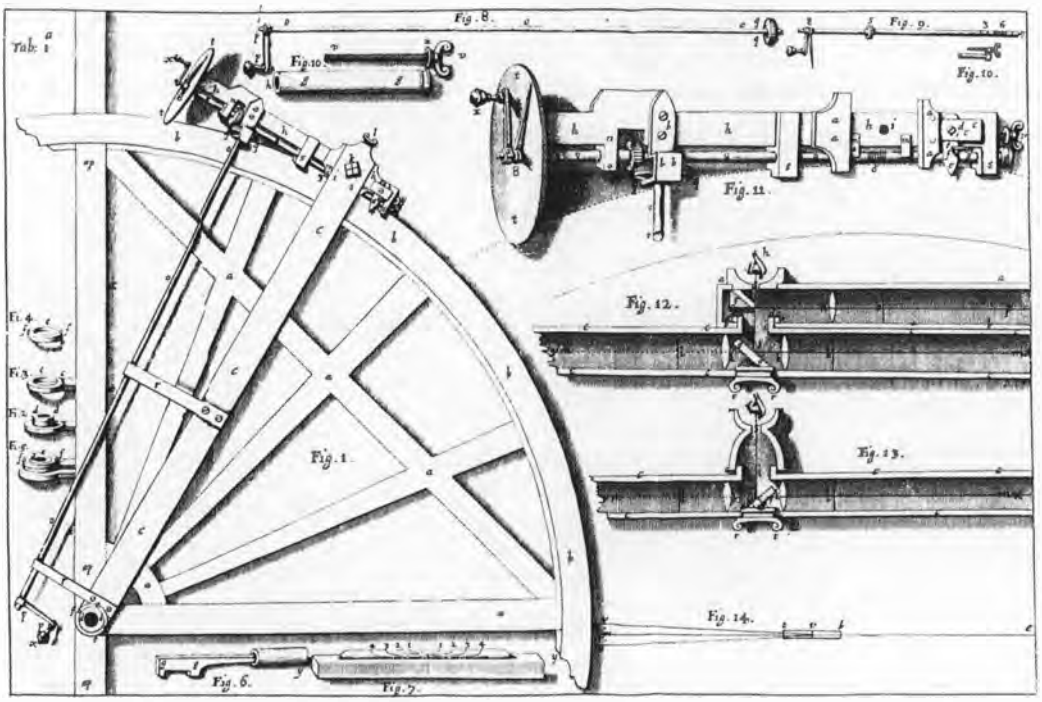
Johannes Hevelius'un (1611-87) pirinçten sekstantı. Çizim *Machina Coelestis*'te (1674) yer alıyor ve bir teleskop içermiyor. Edmond Halley, Hevelius'u teleskopik aletleriyle birlikte 1679'da, Danzig'de ziyaret ettiği sırada, mucidi tarafından kullanıldığı takdirde Hevelius'un sekstantının tek başına yıldızların konumunu teleskopik sekstant kadar iyi belirleyebildiğini fark etti.

sırasında gerçekleştirilen meridyen yayı ölçümünde doğruluk dereceleri hayli arttı. Ancak, Borda'nın tekrarlayan dairesiyle ölçülen açılar (bkz. sayfa 28) derece, dakika ve saniye cinsinden değil, grad cinsindendi. Bir grad dik açının 1/100'lük kısmına eşitti, böylece tam bir dairenin de 1/400'üne eşit oluyordu. Bu durumda daire 360 dereceye değil, 400 grada bölünüyordu (1 grad, 0.9 dereceye eşitti).

Günümüzün Système International standardına göre, açı birimi radyandır. Konu bilime aşina olmayanlar için biraz karmaşık görünse de, dairenin çevresinin, yarıçapının 2π katı olduğu düşünülürse, aslında bu seçim oldukça mantıklıdır. Her dairenin içinde 2π radyan vardır ve 1 radyan = $360/2\pi$ = 57.296°'dir. Daireyi 360 °'ye bölmekten çok daha mantıklı!



Kuadrant'lar ve yapımcıları. Gökbilimci Tycho Brahe (1546-1601) ile John Flamsteed (1646-1719) arasındaki hemen hemen bir yüzyıl boyunca gökbilimsel gözlemlerin doğruluğu 3 kat arttı ve bir yayın yaklaşık 1 dakikasından, 20 saniyesine ulaştı. Dönemin iki önemli alet üreticisi solda **portresi görülen Elias Allen (1606-54) ile** aşağıda **kuadrantı ve kademeli vida yöntemi görülen Robert Hooke'ydi. "Allen elinde bir derecelendirici taşıyor, önündeki tezgahta bir çevre ölçerin yanısıra, yatay bir güneş saati ile bir ekvator halkası duruyor. Duvara ise bir açı ölçer ile bir kuadrant asılmış." (Allan Chapman'ın *Dividing the Circle* [Dairenin Bölünmesi] adlı kitabından). Hooke'un çiziminde Şekil 1'de tam kuadrant görülüyor. "Bu vida çevrilerek tüm alidat (gözetleme aygıtı) ve teleskopik görüntü, belirlenen bir açıyla ilerler ve açı kadran plakasından okunabilir." Şekil 11'de vidanın ayrıntısı, Şekil 13'te ise aygıtın özel katoptrik nişangâhları görülüyor. Hooke'un kuadrantının doğruluk derecesi arttırılmıştı ama bunun, 18. yüzyılda kaydedilen gelişimle kıyaslanması mümkün değildi. Bu yüzyılda açı ölçümü 200 kat iyileştirildi.**



Para ve Değer

"Her şeyin fiyatını bilen ama hiçbir şeyin değerini bilmeyen insan." Oscar Wilde'ın sinik kişi tanımı modern dünyayla ilgili önemli bir noktayı da vurguluyor. Parayı, eşya değerinin ölçütü olarak görmeye öyle alışmışız ki, diğer ticaret yöntemlerini hatırlamakta zorlanıyoruz. Bir ürünün değeri artıyorsa, fiyatı da artmalı diye düşünüyoruz. Oysa fiyat sabit tutulabilir, miktarsa azaltılabilir. Önceden de belirtildiği gibi, eskiden ekmek konusundaki standart uygulama aynen böyleydi. Ayrıca manastırların kâr elde etme konusuna Hıristiyanlık tarafından getirilen kısıtlamalardan sakınmak için kullandıkları yöntem de yine buydu. Keşişler büyük varillerle şarap satın alır, onları aynı fiyata ama daha küçük varillerde satarlardı. Ağırlık ve ölçüdeki değişken standartlar sonuçta para yerine geçiyordu.

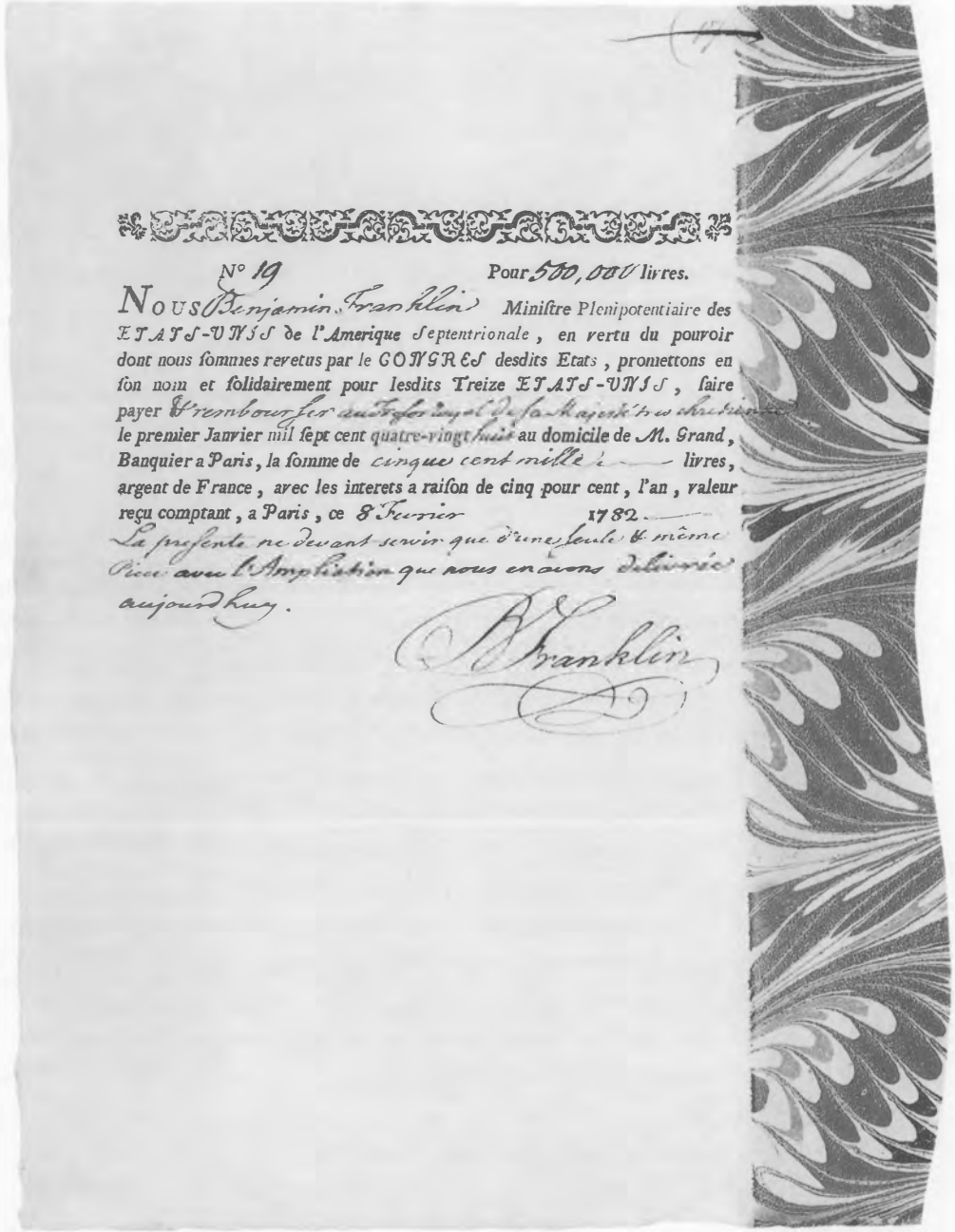
Ama paranın en önemli avantajı, tahıl ya da şarap gibi ürünlerin aksine, evrensel olarak dönüştürülebilir olma özelliğidir ki, onun önceki ekonomik düzenlemelere karşı kazandığı zaferin nedeni de budur. İster metal, ister kağıt ya da elektronik formatta olsun, ona güven duyulduğu sürece para, eşyaların değerini karşılaştırma yöntemi olarak kullanışlılığını sürdürecektir. Para ayrıca kredili borçlanma ve diğer mali işlemleri de olanaklı kılar. Kredi, en basit biçimiyle bir "dönemlerarası değer aktarımı"dır, diyor William Goetzmann ve Geert Rounwenhorst, *The Origins of Value* [Değerin Kökleri] adlı kitapta. "Borç alım işlemine tamamen parasız başlayan biri, birden varlık sahibi olur. Öte yandan, ödünç veren kişi mevcut varlığını alır, onu zaman makinesine karşılık gelen bir sözleşmenin içine yerleştirir ve daha iyi



Çivi yazısı formatında, gelecekteki bir teslimata yönelik bir mali sözleşme, MÖ 19. yüzyıl. Sözleşme ahşap cisim ve gümüş teslimatını konu alıyor. Yontulmuş tabletin önünde ve arkasında görülen birkaç adet kaşe baskısı, imza görevini görüyor. Bir diğer çivi yazısı tabletinde (resmi yok) ise borç verilen gümüşün kaydı yer alıyor, tarih ise MÖ 1820 civarı. Tablette borçludan Ilshu-bani, alacaklıdan ise Sin-tajjar diye söz ediliyor. Metin şöyle: "Nabi-ilishu'nun oğlu Ilshu-bani, bir ve altıda bir şekel'lik gümüşü, (yani 9.33 gram) ki ona standart faizi de eklenecektir, (tanrı) Şamaş'tan ve Sin-tajjar'dan almıştır. Kendisi hasat zamanı gümüşü ve faizini ödeyecektir. Beş şahidin önünde (isimleri sırlanıyor). Apil-Sin'in, Elipli İnanna tapınağını inşa ettiği yılın yedinci ayı."



Çin kağıt parası. Çinliler kağıt parayı 10. yüzyılın sonlarında, Song hanedanlığı döneminde icat ettiler. Para, değerine duyulan güvenden dolayı periyodik kriz dönemleri geçirse de, varlığını sürdürmeyi başardı ve 13. yüzyılda Çin'in istilası sırasında Kubilay Han yönetimindeki Moğollar tarafından ele alındı. Ming hanedanlığı (1368-1644) kağıt para kullanan son imparatorluk hanedanlığıydı. İlk Ming imparatoru tam bronz para birimine geçmeyi planlamıştı ama imparatorluğun bakır madenleri yeterince üretken değildi. Bunun üzerine 1375'te imparator bir tanesi burada görülen *Da Ming tongxing b*aoçao'yu kullanıma soktu ("Ulu Ming'in Her Yerde Geçerli Hazine Senetleri"). Alt paneldeki metin, senedi veren aracıyı belirliyor ve tahvillerin bronz sikkelerin resmi değerinde işlem görmesi gerektiğini belirtiyor. "Yazının geri kalanı ise sahteciliğe karşılık verilecek cezayı ifade ediyor (kellenin uçurulması) ve muhbirlere 250 *liang*'lık gümüş ile suçlunun malının verileceğini söylüyor" (Richard Von Glahn, *The Origins of Value* [Değerin Kökleri]). Ancak, 1394'lerde *b*aoçao'nun değeri, yazılı değerinin yüzde 20'sinden de aza düşünce imparator, eşi görülmemiş bir önlem almak zorunda kaldı: Kendi madeni parasını yasakladı. Ne var ki 1430'larda kağıt terk edildi ve gümüş geçerli Çin parası olarak yerini aldı. Kağıt para 20. yüzyıla dek Çin'e geri dönmedi.



N° 19 Pour 500,000 livres.

NOUS Benjamin Franklin Miniſtre Plenipotentiaire des ETATS-UNIS de l'Amerique Septentrionale, en vertu du pouvoir dont nous ſommes revetus par le CONGRES desdits Etats, promettons en ſon nom et ſolidairement pour lesdits Treize ETATS-UNIS, faire payer & rembourſer [illegible] le premier Janvier mil ſept cent quatre-vingt huit au domicile de M. Grand, Banquier a Paris, la ſomme de cinque cent mille [illegible] livres, argent de France, avec les interets a raiſon de cinq pour cent, l'an, valeur reçu comptant, a Paris, ce 8 Fevrier 1782.

La preſente ne devant ſervir que d'une ſeule & même Piece avec l'Ampliation que nous en avons delivrée aujourd'hui.

Franklin

Bir ulusu kurtaran krediler. Amerikan Devrimi sırasında genç ABD'nin meclisi, İngilizlere karşı savaşı için Fransa'dan yüklü miktarda para aldı. Şubat 1782'de, Meclis'in Paris temsilcisi Benjamin Franklin, Fransa'ya geri ödeme için bir plan belirledi. Ödeme 1788'de başlayacak ve yüzde 5 faizle, 12 adet ardışık yıllık ödeme gerçekleştirilecekti. Yetenekli bir basımcı olan Franklin, 21 ayrı durumda borç alınmış 250,000 ile 3 milyon *livre* arasında değişen tutarların her biri için 21 adet resmi makbuzu kopyalarıyla birlikte bastı (biri ABD, diğeri Fransa için). Bu makbuzlardan 500,000 *livre* olan bir tanesi resimde görülüyor. Bu teminatların ortasından aşağı inen geniş, hareli bir şerit vardı. Şeridin amacı sahteciliğe karşı, birbirinin aynı iki sözleşme yaratmaktı. "İşin ilginci, Franklin'in bu kağıdı İngiltere'de yaptırtmış olmasıydı" (Ned Downing, *The Origins of Value* [Değerin Kökleri]). Dönemin basılı materyallerinde nadiren rastlanan hareli yapı çok pahalı ve üretimi zor bir yapı olmalı.

kullanabileceği, gelecekteki bir tarihe aktarır." Borç veren karşılık olarak genellikle faiz alır.

Nakit para ekonomik yaşam içindeki önemini halen koruyor, ama -koluna basıldığında gürültüyle *çıngırdayan*, satış fiyatını bir pencerede gösteren ve kapalı nakit çekmesi aniden açılan- yazarkasalar artık yakın geçmişe ait yadigârlara dönüştü. Ne var ki onun lazer tarayıcılı, dijital çıktılı, elektronik bipli, nakit çekmeceli ve bilgisayarlı varisi de yine aynı temel işlevlere sahip: Nakdi güvenli biçimde saklamak, müşteriye alındı belgesi vermek ve para akışını veri akışına dönüştürmek.

İlk mekanik yazarkasa, mekanik eğitimi almış, memnuniyetsiz bir Amerikalı bar sahibi tarafından tasarlandı. Çoğu perakendeci gibi James Ritty'nin Dayton Ohio'daki barı da, yeterince kalabalık olduğu halde kâr mücadelesi veriyordu çünkü içki satışlarını doğru biçimde kaydetmek imkansızdı, barmenler ise açık duran nakit kasasını yağmalıyordu. Ritty'nin sinirleri iyice bozuldu ve 1878'de moral bulmayı umarak bir buharlı gemiyle Avrupa'ya gitmek üzere yola koyuldu. Ama yolda, güverte altındaki pervane göstergesini izlemeye daldığı sırada aklına birden yazarkasa fikri geldi. "Eğer gemi pervanesinin hareketleri kaydedilebiliyorsa, bir dükkandaki satışın kaydedilmemesi için hiçbir neden yok" diye düşündü.



İlk tasarımı olan Ritty Patentli Kadranlı Sayaç'ta bir zil vardı (*çıngırtının* kaynağı) ama nakit çekmecesi yoktu. Ritty'nin Bozulmaz Kasası adıyla pazarlamasını yaptığı ilk tasarımda ise çekmece yer almasa da, bir pencere içinde beliren mekanik şeritler vardı. Ayrıca bu kasada, bir kağıt şerit üstündeki gerekli sütuna -5 sent sütunu, 10 sent sütunu vb- delikler açan bir pine, tuşları bağlayan dahiyane bir mekanizma da mevcuttu.

Ohio'lu bakkal John Patterson bu tuhaf aygıtın ilanını gördü ve kendisine iki tane satın aldı. Fiyatın yüksekliğine şaşırmıştı ama nakit hırsızlığının ortadan kalkmasıyla birlikte hasılatındaki artışa daha da şaşırmıştı. Patterson 1884'te Ritty'nin şirketini satın aldı ve ona National Cash Register Company (NCR, Ulusal Yazarkasa Şirketi) adını verdi. Ritty kasayı daha da geliştirmiş, müşteri fişi gibi eklemeler yapmıştı. Ancak, yeni şirketle birlikte asıl önemli yenilik, yani nakit çekmecesi de kasaya eklendi. Yüzyılın sonunda yazarkasalar her yerde kullanıma geçmişti, çoğu da NCR tarafından üretiliyordu. 1911'de şirkete, federal hükümet tarafından tekelci uygulamalar yüzünden dava açıldı. Ne var ki yazarkasa enformasyon endüstrisinin, özellikle de International Business Machines'in (IBM) önünü açtı.



Bir Roma *denaryus*'unun iki yüzü. Yaygın olarak kullanılan bu madeni para, resimdeki gibi süslü 19. yüzyıl yazarkasalarında görüldüğü üzere (solda), **ondalık sistem öncesi İngiltere para birimlerinde peninin "D" harfiyle temsil edilmesinin ardında yatan nedendir. MÖ 141'den sonra gümüş *denaryus*un ağırlığı 1 ons, değeri ise 16 as'a eşit olarak belirlendi -para üstündeki XVI işaretinin nedeni de budur- ama ordu hâlâ 10 as karşılığında bir *denaryus* alabiliyordu. 1971'de ondalık sisteme geçişten önce Britanya'da 12 peni (D) (/-) ve 20 şilin 1 paunda (£) eşitti.**

Zaman

Shakespeare'in oyunu VI. Henry'nin 3. Perdesi'nde muharebe alanında tek başına oturan kral savaşın dehşetiyle karamsarlığa kapılır ve "basit bir köylü" olmayı ister:

Tanrım! Ne mutlu bir yaşam sürerdim
Basit bir çoban olsaydım...
Bir güneş saati yontardım güzelce,
Dakikaların nasıl geçtiğini görmek için–
*Kaç dakika bir saat yapar...**

Zamanın güneş saatleri ve mevsimlerle ölçüldüğü bu günlerde kral dalgın dalgın zamanın bir kenara ayrılıp, "sessiz bir mezara" doğru giden yaşam güzelce planlandıktan sonra, ihtiyatla kullanılabileceğini düşünüyor.

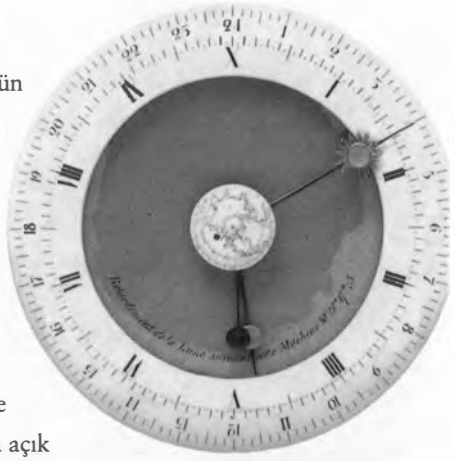
Ama bu türden bir zaman bölümlenmesi (veya vizyonu) son derece aldatıcı. Zaman, ağırlık, uzunluk, alan, hacim, açı, para ve değere hiç benzemez. Biz onu Babilliler gibi saatlere ve dakikalara bölsek de o, kimi zaman "uçarcasına" kimi zamansa "sürünürcesine" amansızca ilerler ve altın ya da geometri gibi asla saklanıp muhafaza edilemez. " 'Zamansal bir niceliği' bir diğeriyle doğrudan kıyaslamanın hiçbir yolu yoktur. Zamanın belli bir miktar ya da süresi bir yere saklanıp, sonra çıkarılıp bir diğeriyle karşılaştırılamaz" diyor Arthur Klein, *The World of Measurements*'da [Ölçümler Dünyası]. Bir kronometrenin ibrelerinin veya dijital bir aygıtın sıvı kristal göstergesinin kaydettiği şey, zamanın kendisi değil, mekanik veya elektronik bir konfigürasyondur.

Saatlerin ve zaman ölçerlerin ölçtüğü şey elbette ki değişimler, hareketler ve dünya olaylarıyla karşılaştırması yapılabilecek, tekrarlayan hareket döngüleridir. Zamanın ölçümü temelde bir hareket döngüsünün diğeriyle karşılaştırılması üzerine kuruludur. Örneğin, nefes alıp verme ritmi, yelkovanın devri, gece ve gündüzün tekrarı veya bir kadının aylık adet döngüsü. Zamanın ölçümü, toplumsal mı yoksa doğal bir ölçüm müdür, söylemek zor.

İlk olarak 13. yüzyıl sonlarında ortaya çıkan mekanik saatler, düşen ağırlıklar sistemiyle işliyordu. Gong çalan ilk kamuya açık saat 1335'te, Milano'da dikilmişti, İngiltere'de günümüze dek ayakta kalmış en eski saat ise 1386 tarihli, Salisbury Katedrali saatidir. O dönemlerde saatlerdeki günlük sapma büyük olasılıkla yarım saat kadardı ve saatin ön yüzünde yer alan işaretler de en fazla saat başlarıyla sınırlıydı. Sarkaç mekanizmasının 17. yüzyılın ikinci yarısında, Christiaan Huygens tarafından geliştirilmesiyle birlikte, saatlerde dakika işaretleri de görülmeye başlandı ve bunu 18. yüzyılda gökbilim gözlemevlerinin sarkaçlı saatlerinde ve deniz kronometrelerinde (bkz. sayfa 24) yer alan saniye işaretleri izledi. 17. yüzyıl içinde ve 18. yüzyılın ortalarına dek zaman ölçümündeki doğruluk günde 10 saniyeden, saniyenin 1/5'ine kadar yükseldi.

O günden bu yana zamanın ölçümü çok daha kesinlik kazandı. Çoğumuz zamanı radyo veya televizyondan, telefondaki "konuşan saat"in bipinden veya internetten takip ettiğimiz saatten öğrenmekten yeterince memnunuzdur. Ama bilimciler ve Système International bu konuda ancak atom saatine güvenir (bkz. sayfa 85). Tıpkı metre gibi saniye de artık geleneksel ölçülere değil doğaya göre tanımlandı.

19. yüzyıl başları Londra'sında ortalama bir



Roma harfleriyle işaretlenmiş bir Fransız ondalık saati. Fransız Devrimi sırasında metrik sisteme geçişin ilk safhalarında bir gün 10 saate, bir saat ise 100 dakikaya bölünmüştü. Ama sözkonusu değişiklik hiç ilgi görmediği için yalnızca 1794-95'te uygulamada kaldı. Bu arada bilimci Pierre-Simon Laplace gibi birkaç avangard, saatlerini değiştirdi ve Palais de Tuileries'deki bir saat de 1801'e dek ondalık sisteme uygunluğunu sürdürdü. Ama ondalık saat bunun dışında fazla rağbet görmedi.

saatteki hata payı, günde bir saniyeden azdı belki ama bu saatler astronomik zamana göre ayarlanmadıkça bunun zamanı doğru ölçmeye pek bir yararı olmuyordu. Bu gereksinim de Greenwich gözlemevinde çalışan kraliyet gökbilimcisi John Pond'un işinin sürekli bölünmesi anlamına geliyordu. Saat bilimi küratörü David Rooney'nin söylediğine göre o dönemde insanlar gerçekten de Pond'un kapısını çalarak "Saatinize bakabilir miyim?" diyorlardı. Pond sonunda kendisine zamanın sorulmasından bıkıp usandı ve asistanı John Henry Belville'i gayrıresmi olarak her iş gününün sabahında, Greenwich saatini Londra Şehri'ne ve başkentin diğer bölgelerine götürmekle görevlendirdi.

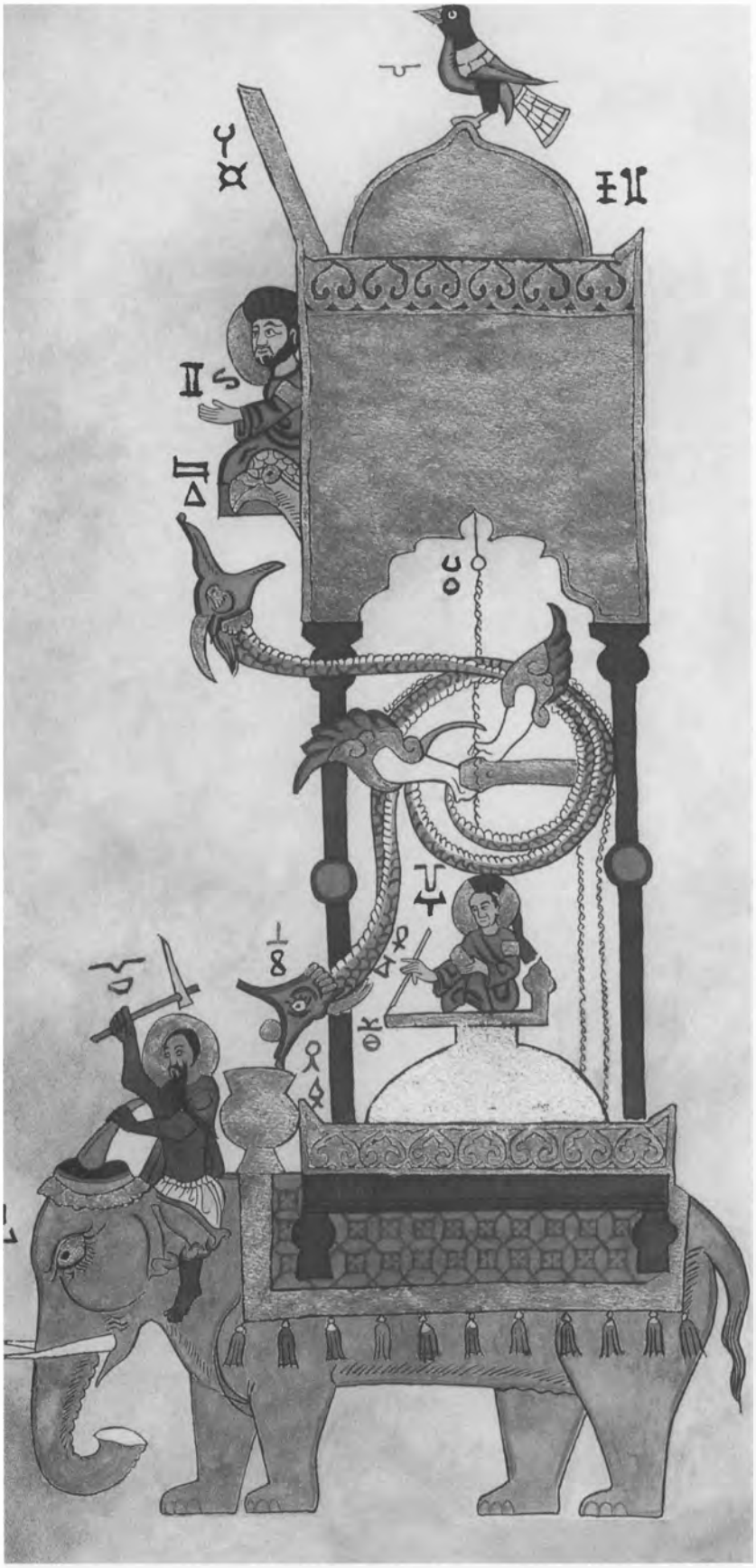
Demiryoluyla ve yürüyerek seyahat eden Belville, 1836'da Londra'nın ilk kuryesi oldu. Taşıdığı kronometre zamanın en ünlü İngiliz saat yapımcısı tarafından Kral IV. George'un küçük kardeşi için yapılmıştı ama "tava gibi" büyük olduğu gerekçesiyle geri çevrilmişti. Belville ise Londra'nın tekinsiz bölgelerine yaptığı turlar sırasında soyulmaktan korkarak saatin altın kılıfını gümüşle değiştirtmişti. Fransız kökenli olduğunu gizlemek için adını da John Henry olarak değiştirmişti.

Sunulan hizmetin 200 müşterisi vardı. Bunların bazıları saat parçası üreticileriydi ama bir kısmı da finansal bir transferin saatini tamı tamına bilmenin önemini gitgide daha iyi kavrayan bankalar ve şehir firmalarıydı. Ayrıca bir satatü sembolü olarak evlerindeki saatlerini Greenwich zamanına göre ayarlamak isteyen birkaç özel şahıs da müşteriler arasındaydı. 1852'de elektrikli telgrafla zaman sinyali gönderme olanağı gerçekleşmiş olsa da Belville'in hizmetine talep sona ermedi çünkü telgraf hattı kiralamak maliyetliydi ve sık sık da arıza oluyordu. Hizmet 1924'te radyodan saat başı anonsların yapıldığı döneme kadar bile uygulamadan kalkmadı çünkü yeni kablosuz radyolar pahalıydı, büyük bir anten ve lisans gerektiriyordu. Ardından 1936'da telefonlar üzerinden "konuşan saat" işlevi hizmete sunuldu. Greenwich'ten şehre, elle saat taşıma hizmeti nihayet yüz yıl sonra, 1939'da uygulamadan kalktığında hâlâ 50 abone sahibiydi. Bu süreç boyunca hizmet aile içinde sürdürülmüştü; önce Belville, ardından dul eşi ve nihayet 1892'den itibaren kızları Ruth. Ruth aşağıdaki fotoğrafta yüz yıl kadar önce Greenwich saatini not etmek üzere Greenwich gözlemevine uğradığı sırada görülüyor.

* Hamit Çalışkan'ın çevirisinden alınmıştır *(VI. Henry*, 2. baskı, İstanbul: İmge Kitabevi, Ocak 2007.)



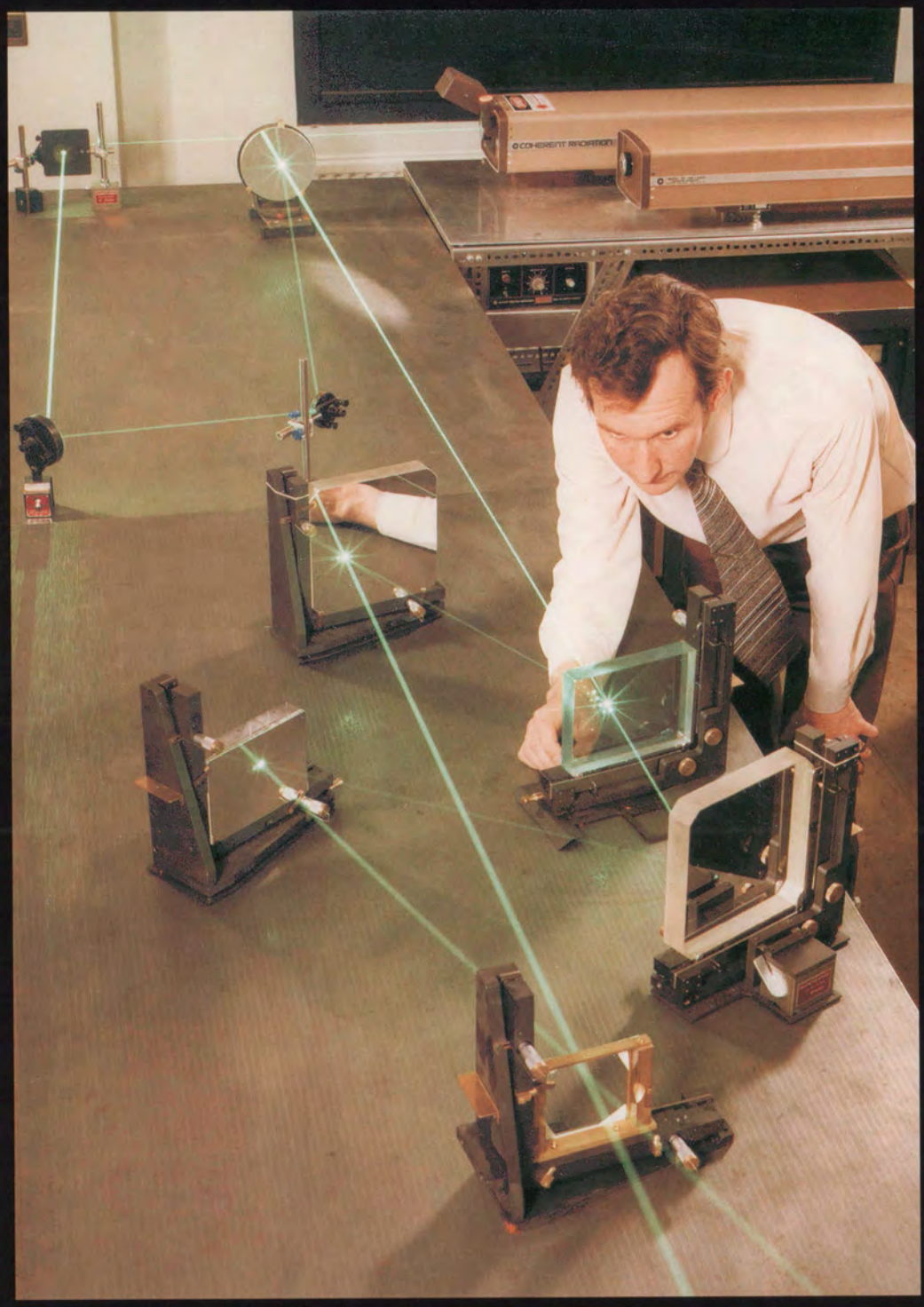
Saat kuryesi. Ruth Belville Greenwich Saati'ni (GMT) tüm Londra'ya taşımadan önce Greenwich gözlemevine uğruyor.





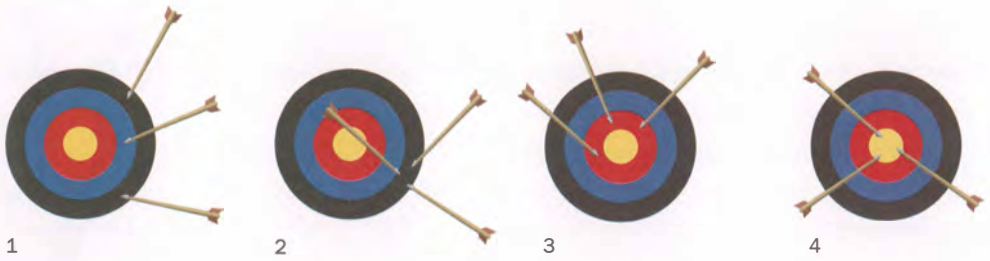
İbni Rezzaz El Cezeri tarafından 13. yüzyıl çizimlerinden esinlenerek yapılmış bir filli su saati ile onun Dubai'deki işleyen bir örneği (yukarıda). **Mekanizma filin içine saklanmış su dolu bir kova üzerine kurulu. Kovanın içinde, ortasında küçük bir deliği olan derin bir kase yüzüyor. Kasenin delikten gelen suyla dolması tam 30 dakika sürüyor. Kase battıkça kuledeki bir "tahterevalliye" bağlı olan ipi de çekiyor, böylece yuvarlanan top yılanın ağzına düşüyor. Yılan öne doğru eğiliyor ve bu sırada iplerden oluşan bir sistem kuledeki adamın sol ya da sağ elini kaldırmasını ve fil seyisinin davulunu çalmasını sağlıyor. Bir tam ya da yarım saatin dolduğu böylece haber verilmiş oluyor. Ardından yılan yeniden geri eğiliyor ve o bunu yaparken batmış olan kase de yukarı çekiliyor. Böylece döngü yeniden başlıyor.**

4. Bölüm *Aygıtlar ve Teknikler*



Lazerle ulaşılan kesinlik. Işık ve X-ışınları gibi elektromanyetik ışınımların dalga boyu analizinde pek çok tayfölçerin kilit unsuru, kırınım ızgarasıdır. Kırınım ızgarası genellikle çeşitli karmaşık mühendislik teknikleri kullanarak cam, metal ya da plastik üstüne çizilmiş çok sayıda eşit uzaklıklı paralel çizgiden (cm başına 7500 çizgilik bir düzen) oluşur. Burada kırınım ızgarası oluşturmak için bir lazer ışını kullanılıyor.

Doğruluk ve Kesinlik, Hata ve Belirsizlik



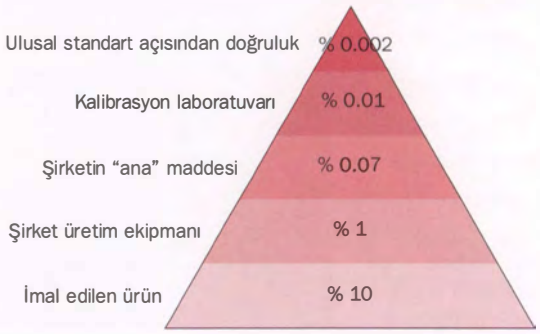
Solda: **Doğruluk ve kesinlik. Hedefin tam ortası bir ölçümün gerçek değerini temsil ediyor. 1 numara hatalı ve kesin olmayan değer, 2 numara kesin ama hatalı, 3 numara doğru ama kesin olmayan, 4 numara ise doğru ve kesin olan değer.**

1790'larda gerçekleştirilen büyük Fransız meridyen araştırması kesindi ama doğru değildi. Bu önerme insanı şaşırtabilir hatta aklı karıştırabilir çünkü konuşma ve yazıda doğruluk ve kesinlik sözcükleri hemen her zaman birbirlerinin yerine kullanılır. Gerçekten de *Oxford İngilizce Sözlük*'te "doğruluk" sözü "kesinlik" olarak tanımlanıyor! Ama aralarında büyük bir fark var (bkz. yukarı) ve bu fark bilimciler için çok önemli.

Fransız meridyen araştırmasında (bkz. sayfa 27-9) Méchain tarafından yayın güney kısmında yapılan mesafe ölçümleri kesindi çünkü *tekrarlanabilir* ölçümlerdi, bu yüzden de yapı itibarıyla tutarlıydı. Ama doğru değillerdi çünkü o sırada Delambre tarafından yayın kuzey bölümünde yapılan mesafe ölçümleriyle ve daha sonra başkaları tarafından da doğrulanan ölçümlerle uyumsuzdu. Méchain'in tam olarak takdir edemediği asıl hata nedeni ise Yerküre kabuğunun düzensizliği ve Pireneler yakınındaki yerçekimi kuvvetiydi. Bu etkenler yayı bükerek ölçüm aygıtını etkiliyordu. Ayrıca Borda'nın "tekrarlayan çemberi"ndeki kullanımdan kaynaklanan aşınmalar da hataya katkıda bulunmuş olabilirdi. Delambre'ın, meslektaşının sıtmadan ölümü ardından keşfettiği (ve ona kırılsa da affettiği) üzere, titiz Méchain öyle kızmış ve utanmıştı ki, sonunda elindeki verileri tahrif etmişti.

"Hata" ve "belirsizlik"in ayrımı da titiz ölçümcüler tarafından yapılmalıdır. İngiltere Fizik Laboratuvarı'nın tanımı şöyle: "Hata ölçülen cismin *ölçülen değeri* ile *gerçek değeri* arasındaki farktır. Belirsizlik ölçüm sonucuna ilişkin şüphenin nicelendirilmesidir." Örneğin, metal bir çubuğun "artı-eksi yüzde 0.1 hata payı ve yüzde 95 güvenirlik düzeyiyle 300 cm uzunluğunda" olduğunu söylediğimiz zaman, uzunluğun 299.7 ile 300.3 cm arasında olduğundan, yüzde 95 emin olduğumuzu söyleriz. Daima 50 gr az tartan bir tartının hatası prensipte ölçüm sonucundan elimine edilebilir ama belirsizlik hiçbir zaman tam olarak ortadan kaldırılamaz, sadece tüm olası hata kaynakları temel alınarak hesaplanıp, güvenirlik derecesi olarak bildirilebilir.

Aşağıda: **İzlenebilirlik. Bu piramit, satışa sunulan ulusal standartlar laboratuvarı ürünlerinden, imal edilmiş ürünlere doğru geçişte, bir spesifikasyondaki belirsizliğin artışını ortaya koyuyor. Bir araç, doğruluğu daha yüksek bir araca göre ayarlanırsa, ilk aracın ölçümsel doğruluğu adım adım geriye, ulusal standarda doğru bağlantılandırılabilir ya da "izlenebilir." İngiltere Ulusal Fizik Laboratuvarı'nın ifadesiyle, "Bilinen doğruluk kullanılarak, ulusal standartlara doğru gerçekleştirilen bu ispat edilebilir bağlantılandırmaya *izlenebilirlik* denir."**



Bir Parça İpin Uzunluğu Nedir?

New York'un bir ucundan diğerine gitmek, veya bir kitap yazmak ne kadar sürer? Yanıt olarak şöyle denebilir: "Bir parça ipin uzunluğu nedir ki?" Diğer bir deyişle, bu sorunun yanıtı büyük ölçüde tanımlara ve koşullara bağlıdır. Belli bir sayı söylenebilir belki ama sayının belirsizlik derecesi, yanıtı anlamsız kılar. Bir parça ip, yumağın neresinden kesildiğine bağlı olarak istenilen uzunlukta olabilir.

Diyelim ki belli bir parça ipin uzunluğunu ölçüyoruz. O durumda bile kullandığımız cetvelden, ölçüm esnasındaki dikkatimize, veya nem ve ısı gibi çevresel koşullara dek değişen çeşitli faktörlere bağlı olarak, elde edeceğimiz sonucun belli bir belirsizliği olacaktır. Gerçekten de tüm ölçümler benzeri belirsizliklerden payını alır. Ölçüm aletlerinde sapma olabilir, eskimiş ve yıpranmış olabilirler, okunmaları güç olabilir veya parazitli olabilirler. Üstelik kusursuz çalışan bir aygıt bile tasarımından kaynaklanan bir belirsizlik barındırır. Ölçülen şey de sabit olmayabilir, örneğin, erimekte olan bir buz küpü veya patlayan bir yanardağ. Ölçüm sürecinin kendisi zorluk taşıyabilir, örneğin, ölçümü zorlaştıran küçük hayvanlar barındırabilir ya da sesin yoğunluğu gibi öznel bir değerlendirme gerektirebilir. Aslında ölçümler daima bir dereceye kadar, farklı operatörlerin bir aygıtı kurma veya okumadaki, söz gelimi kronometre kullanımı sırasındaki tepki süreleri gibi, bireysel becerilerine bağlı olmayı sürdürecektir. Ayrıca ölçümler, ölçülen şeyi de temsil etmeli: Diyelim ki, şehir havasının niteliği, sıradışı rüzgârlı bir günde, veya üretim hattının kalitesi Pazartesi sabahında ölçülmemeli. Son olarak çevre de ölçümü gözden kaçan bazı yönleriyle etkileyebilir. Örneğin, çelik bir cetvelin çok sıcak bir günde genleşmesi gibi.

Dikkatli ölçümcüler kaçınılabilir belirsizliklerden uzak durmalı ve kaçınılmaz belirsizliklerin de hesabını yapmalıdır. Bu tahmini hesap, istatistiksel kuram gerektirir ama onsuz bile ölçüm sorununa ilişkin net bir görüş edinmek zor değildir. Söz gelimi, mezurayla ip ölçümü yapılıyorsa, mezuranın kalibrasyonu yapılmış mıdır, yapılmışsa belirsizliği nedir? Kalibrasyon ne zaman yapılmıştır? Bu arada kullanıma bağlı olarak uzamış veya kısalmış olabilir mi? Mezura nasıl bölümlendirilmiştir (en küçük parçası)? İpin kendisi düz mü duruyor, eğer değilse, bükülme ve dolaşmalar sonucu nasıl etkiler? İp gerilmişse, fazla gerilmiş olabilir mi? İpin ucu saçaklı mı, düzgün mü? Isı ve nem uzunluğunu ne şekilde etkiler? Ölçüm sürecine gelince; ölçümcü ipin başlangıcını mezurayla ne kadar iyi denkleştirebilmiş? İp ile mezura hangi yöntemle tutarlı biçimde hizalanabilir? Ve ölçümler ne derece tekrarlanabilir niteliktedir?

Doğal olarak hiçbir ip ölçümcüsü, ölçümü defalarca tekrarlamaya kalkışmayacaktır ama bilimciler, şaşırtıcı veya çelişkili bir sonucu kontrol etmek için bunu yaparlar. Nobel ödüllü fizikçi Philip Anderson'ın da bir zamanlar gözlemlediği gibi: "Çoğu iyi bilimci, *daima* 'istatistiksel anlamlılık'ın engebeli kıyısında duran bir ölçümden içgüdüsel olarak şüphe eder ve marjinal istatistiklerin hayli şüpheli olduğunu bilir."



Teleskoplar

İlk teleskoplar mercekleri kullanarak ışığı göze odaklayan optik aygıtlardı. Işığın küresel bir ayna tarafından toplanarak odaklandığı, saptandığı ve sonra bir göz merceğiyle büyütüldüğü yansıtmalı teleskoplar ise daha sonraları, Newton'un 1668'deki icadıyla birlikte ortaya çıktı. 1781'de William Herschel, Uranüs gezegenini bu teleskoplardan biriyle keşfetti ve sözkonusu teleskoplar yavaş yavaş gökbilime hükmetmeye başladı. Bu tür bir teleskopun "boyutu" birincil aynasının çapıyla ölçülür. Boyut iki katına çıkarılırsa duyarlık dört kat artar. Yani teleskop gökcisimlerini dört katı parlak; veya tercihe göre belli bir parlaklığa sahip bir cismi, iki katı uzaklıkta görebilir.

ABD'de üç nesil boyunca, Wilson Dağı'ndaki 2.5 metrelik Hooker teleskopundan (1917) başlayarak, Palomar Dağı'ndaki 5 metrelik Hale teleskopuna (1948) ve Hawaii, Mauna Kea'daki 10 metrelik ikiz Keck teleskopuna doğru teleskopların boyutu ikiye katlanarak arttı.

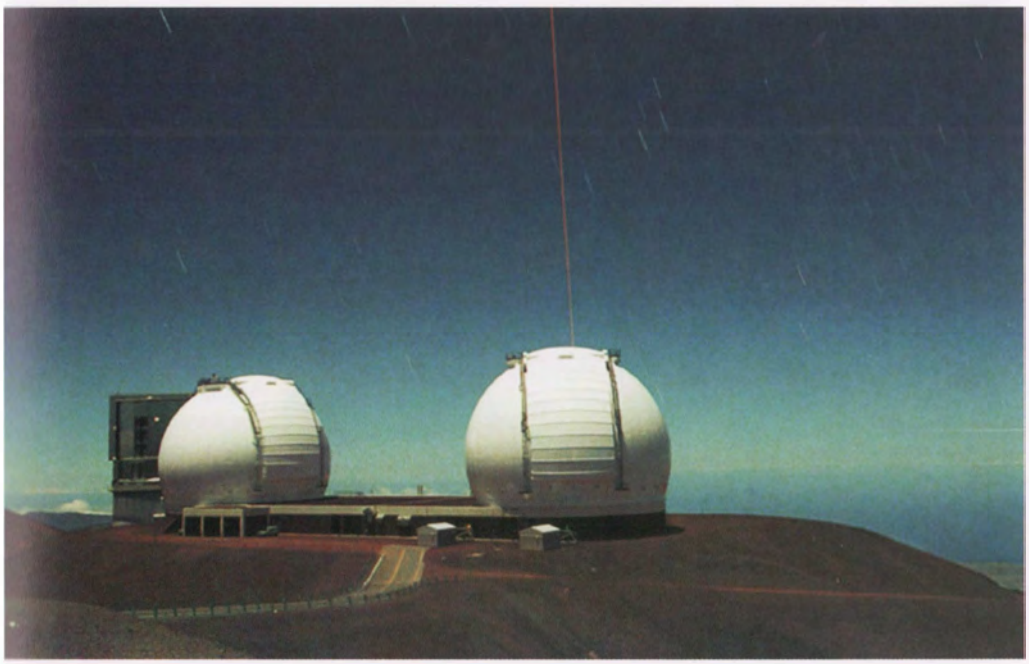
Aynı süre içinde dedektörler de, üstlerine düşen ışığın yalnızca küçük bir yüzdesini kaydedebilen fotografik plakalardan, neredeyse yüzde yüz verimle çalışan elektronik dedektörlere doğru gelişim gösterdi. Öte yandan, bilgisayarlar da atmosferik türbülansın neden olduğu bükülmeleri gitgide daha iyi telafi etmeye başladı.

İkiz Keck teleskoplarından her birinin ağırlığı 300 ton ve her biri 8 kat yüksekliğindedir. Aynaları 1.8 metre eninde 36 altıgen kısımdan meydana gelen mozaikten oluşur. Altıgenler, hiperboloit yansıtma yüzeylerinin oluşturulmasını sağlar. Yalnızca ek yerlerinin etkisini azaltmak için değil, aynı zamanda rüzgârlı bir dağ yamacının etkilerine karşı koyabilmek için, altıgen kısımların olağanüstü yüksek bir kesinlik derecesiyle hizalanmaları gerekir.

Bugün 24 ve 30 metrelik teleskopların ve ayrıca (hem gece görüşüne istinaden, hem de İngilizcedeki *Owl* [Baykuş] sözünü anımsatan "Over*w*hel-

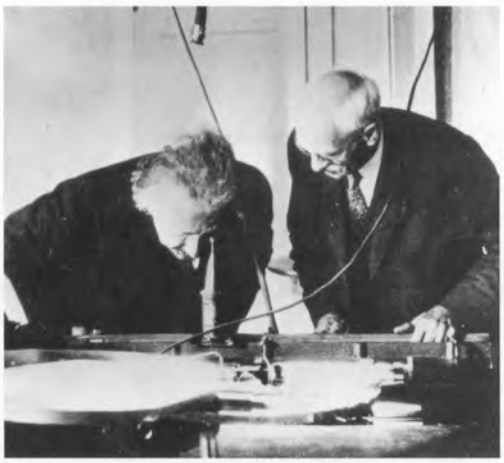


Yukarıda: **Modern bilimin kurucularından ve optik teleskopun öncülerinden Galileo Galilei (1564-1642). Galilei 1610'da, bir mercek kullanarak Jüpiter'in dört uydusunu gözlemledi ve uyduların Jüpiter etrafında göründüğü ve gözden kaybolduğu zamanları kaydetmek üzere tablolar oluşturdu. Galileo bu tabloların, seyrüseferciler tarafından boylam hesabı yapılırken, gökcisimleri üzerinden kontrol işlevi görebileceğini düşündü.**

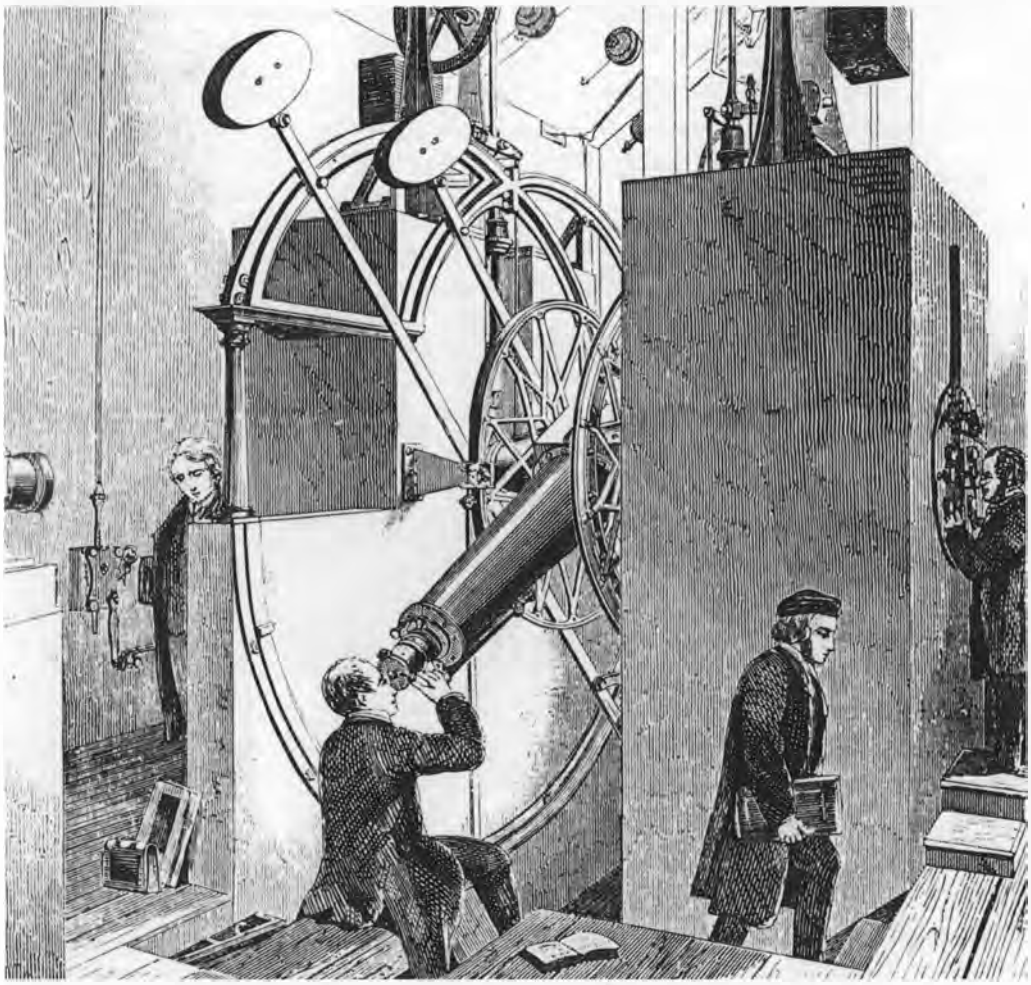


Solda: **Hawaii, Mauna Kea'daki Keck I ve II teleskopları**

mingly Large / Muazzam Büyük" tanımından yola çıkarak) Owl/Baykuş isimli 100 metrelik, muhteşem bir teleskopun yapımı planlanıyor. Baykuş'un baş mühendisi Robert Gilmozzi şöyle diyor: "Görünür ve yakın mesafe-kızılötesi ışık gözleminde yer bazlı teleskoplar (Hubble uzay teleskopu gibi), yörünge gözlemevlerine kıyasla daha yüksek çözünürlük ve düşük maliyetli duyarlık sunuyor." Anti-türbülans yazılımıyla yapımı planlanan dev teleskopların doğan ilk yıldızları, diğer yıldızların etrafındaki gezegenleri ve belki de dünyanın kardeş gezegenlerini görmeleri bekliyor.



Solda: **1931'de Kaliforniа'daki Wilson Dağı gözlemevinde Albert Einstein'a 2.5 metrelik yansıtmalı teleskopla Edwin Hubble ve asistanı Milton Humason tarafından çekilen uzak gökadaların fotoğrafları gösteriliyor. Einstein bu görüntülerin evrenin genişlemekte olduğu teorisini kanıtladığını kabul etti ve hemen yanındaki gazetecilere dönerek, görelilik kuramını geliştirirken öncelik verdiği sabit evren modelini terk edeceğini söyledi. Fotoğrafta Einstein, Charles E. St. John ile birlikte görülüyor.**



Aşağıda solda: **1850'de Greenwich'te üretilen optik teleskop "Airy'nin transit çemberi" adını, zamanın kraliyet gökbilimcisi George Biddell Airy'den alıyor. "Duyarlı miller üzerinde dönen dev teleskop meridyenin tam üstüne yerleştirilmişti. Açılar 180 cm çaplı derecelendirilmiş çember kullanılarak belirleniyordu. En sağda görülen adam, taş payanda üstüne 60°'lik açıyla yerleştirilmiş 6 mikrometre mikroskopla dereceyi okuyor." (Allan Chapman, *Dividing the Circle* [Çemberin Derecelendirilmesi]). 1884'te aygıt, Uluslararası Greenwich meridyenini, Greenwich Zamanı'nın standardı olarak benimsedi. Bundan bir yüzyıl sonra aygıt hâlâ kullanımdaydı ve günümüzde de çalışır durumda.**

Mikroskoplar

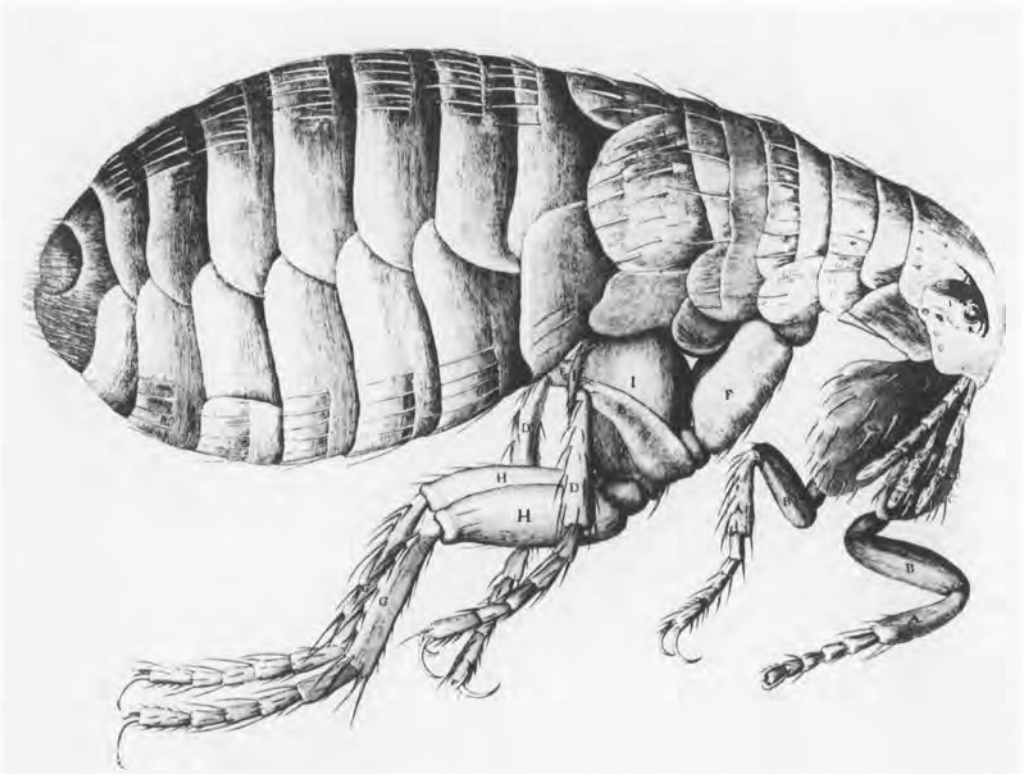
Mikroskobinin öncülerinden Antoni Van Leeuwenhoek, 1679'da Londra Kraliyet Akademisi'ne, Cod balığı spermasında gördüğü "küçük hayvancıklar"ın (spermatozoa) sayısının -150 milyar- gezegenimizde yaşayabilecek insan sayısından çok daha fazla olduğunu bildirdi. Bundan sonraki iki yüzyıl boyunca, özellikle de 19. yüzyılda mikroskopların büyütme gücü ve çözünürlüğü gitgide gelişirken, mercekler de kromatik ve küresel sapmadan kurtarıldı. Ancak, 1896'da Lord Rayleigh, optik bir sistemin çözünürlük sınırının, ışık dalga boyu tarafından belirlendiğini gösterdi. Mikroskop açıklığının sapma etkisi yüzünden bu dalga boyundan küçük hiçbir şey görülemezdi. Atomlar görünmez olarak kalmayı sürdürecekti.

İlk atom görüntüleri 1955'te elde edildi ve 1990'lara gelindiğinde atoma göz atmak sıradan bir uğraşa dönüştü. Ama Rayleigh'in analizi doğruydu: Bir yüzeyi incelemek için görünür ışık yerine, elektron demeti kullanılıyordu. Kuantum mekaniğine göre (bkz. sayfa 83-4) elektronlar hem dalga hem de parçacık gibi hareket ederler ama dalga boyları görünür ışıktan çok daha kısadır. Böylece elektronlar, ışıktan daha küçük bir ölçekte, atom seviyesinde maddeyi inceleyebilirler.

Elektriksel ya da manyetik alanlar ile odaklanan elektron demeti, "taramalı-geçirmeli elektron mikroskop"ta kullanılır. "Tünelleme" diye bilinen kuantum mekanik

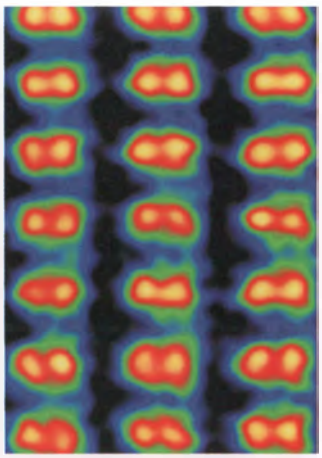


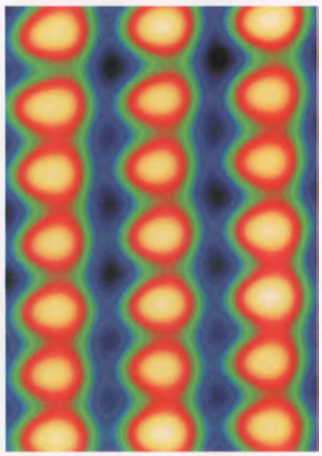
Yukarıda: **Robert Hooke'un *Mikrografia*'sının yandan görünümü, 1664. Hooke o dönemde Kraliyet Akademisi'nde deneyler gerçekleştirdi, Akademi de onun kitabını ciltli formatta yayımladı. Kitapta kimisi Christopher Wren'e ait muhteşem ayrıntılı, bükümlü, bakır levha üstüne oyma baskılar yer alıyordu. Kitap büyük ses getirdi ve en çok satan kitap oldu. Samuel Pepys kitabı hemen satın aldı ve sabah 2'ye kadar oturarak okudu. Ardından günlüğüne şu notu düştü: "Hayatımda okuduğum en dahiyane kitap."**



Solda: **Hooke'un yeni gözler önüne serilen görünmez dünyası, 50 ila 100 kat büyütmeyle, iğneleri, kurumu, sinekleri ve (burada görülen) pireleri, keteni, mantarı, tüyleri ve bitki hücresi de dahil daha birçok şeyi gösteriyordu. Hücre sözünü Hooke, keşişlerin hücrelerine benzettiği yapıya istinaden ilk kez kullandı.**





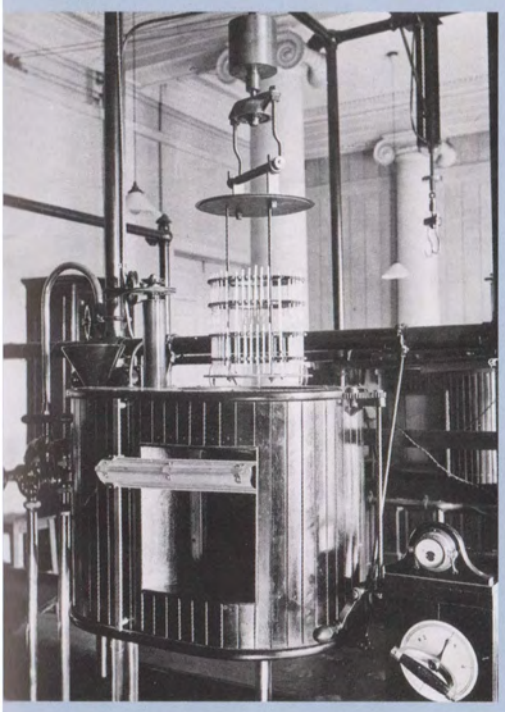


Mikroskop altında atomlar. En solda: **Sapması giderilmiş taramalı-geçirmeli elektron mikroskobu (Stem) bir silikon kristali içindeki atomları görebiliyor.** Yukarıda solda: **Kristal belli bir yönden görüntülendiğinde silikon atomları, birbirinden yalnızca 78 pikometre uzaklıkta (10-12 m), çiftli sütunlar halinde diziliyor.** Aşağıda solda: **İkinci resim, sapma gidericilerin kullanılmaması durumunda görüntünün nasıl olabileceğini canlandırıyor: Çözünürlük daha kötü olurdu ve çiftler de tekli, uzun hatlara dönüşürdü. Stem görüntüleri maddelerin makroskopik niteliklerini anlama konusunda büyük yardım sağlıyor.**

fenomeni üstüne kurulu, daha gelişkin "taramalı tünelleme mikroskop"ta (STM) ise elektron demeti yoktur. Onun yerine elektronlar voltaj kullanılarak, STM'nin sivriltilmiş ucu ile inceleme altındaki yüzey arasında tünellenir. Böylece oluşturulan değişken elektik akımı, yüzeyin topografik haritasına dönüştürülür. Ancak, STM kullanımı için yüzeyin elektriği iletmesi gerekir ve incelenmesi gereken yüzeylerin çoğu da iletken değildir. Kaydedilen en son gelişmede, elektronik yerine mekanik bir teknik kullanıldı. Atomik Kuvvet Mikroskobu'nda (AFM) ince manivelalı, tarayıcı bir uç yer alıyor. AFM tarayıcı uç ile numune arasındaki minik kuvvetleri, maniveladaki bükülme üzerinden ölçerek işliyor. Prensipte ucun, numuneye temas etmesi bile gerekmiyor. Biyologlar açısından AFM, proteinlerin içindeki binlerce atomu göremese de, protein moleküllerini rahatsız etmeden görüntülemek için mükemmel bir yöntem. Madde bilimcileri içinse AFM, nanoteknolojiye duyulan ilgiyi tetikleme açısından çok etkili, hatta devrim niteliği taşıyor.

Termometreler

Fizikçi Daniel Gabriel Fahrenheit'ın, 1714'te cam içinde cıva kullanarak hatasız ilk termometreyi üretmesinin üzerinden neredeyse 300 yıl geçti. Ama işin ilginci bu aletin 19. yüzyıl ortalarına dek tıp alanında kullanılmamasıydı. Hekimler oldukça muhafazakar davranıyor ve ateş yükselmesine bir belirtiden çok bir sendrom, ya da hastalık muamelesi yapıyorlardı. Yükselen vücut ısısı ile hastalıklar arasındaki bağlantı uzun süredir benimsenmişti ama "yüksek ısı" ile ateş arasındaki denkliği henüz kavrayamamışlardı. ABD'de termometrenin önde gelen savunucularından fizikçi Edouard Seguin, tıp çevresinin duyarsızlığıyla karşı karşıyaydı. 1871'de Seguin meslektaşlarına şöyle yalvarıyordu: "Bana göre termometreyi.... sadece kullanmak değil (annelere) öğretmek bizim görevimizdir." Bu durumda "Komşular, şarlatan hekimler ve medyumlar kocakarı ilaçlarını önerdiklerinde o anne, gün boyu ölçülerek kaydı tutulan ateşin, saçma sapan bir tedaviden daha büyük ümit barındırdığını bilerek, termometresinin arkasında durur."





18. yüzyıldan bu yana çeşitli termometre ölçekleri kullanıldı. Örneğin, Napolyon ordusunun Rusya'dan 1812-13'teki geri çekilişi sırasında (bkz. sayfa 13) kışın sıcaklığı ölçmek için kullanılan Réaumur ölçeği. Ama en iyi bilinen ölçekler Fahrenheit ve Celcius ölçekleridir. Ayrıca Système International ve bilimcilerin büyük bir kısmı mutlak sıcaklığı temel alan Kelvin ölçeğini kullanır.

Fahrenheit cam içinde cıvalı ölçeğini belirlemek için kendisinden önceki bir araştırmacının, Ole Roemer'in sabit noktalar kavramını ödünç aldı. Roemer minimum sıcaklığını belirlemek için bir buz-tuz karışımını, maksimum sıcaklık için de kaynayan suyu kullanmış, 60 derecelik bir ölçek oluşturmuştu. Bu sayı belli ki açıların ve zamanın ölçümündeki kullanışlılığı yüzünden seçilmişti.

Yukarıda: **Kral III. George'a çömlekçi Josiah Wedgwood tarafından, 1780'lerde sunulan pirometre. Wedgwood kullandığı ocakların sıcaklığını bilmek istiyordu ki bu sıcaklık da cıvanın kaynama noktasının (357°C) çok üzerindeydi. Wedgwood'un pirometresi ateşlenmiş kilin büzülmesini temel alıyordu. Kil kolay soğuyordu ve ocakta kaldığı süreye değil, yalnızca elde edilebilecek en yüksek ısıya dayalıydı. Özel yapım kil kullanan Wedgwood, maksimumu 20,000°F'nin üstünde olmak üzere Wedgwood derecelerine dayalı (0-160) bir ölçek belirledi. Gerçi bu üst rakam gereğinden yüksek bir tahmindi.**

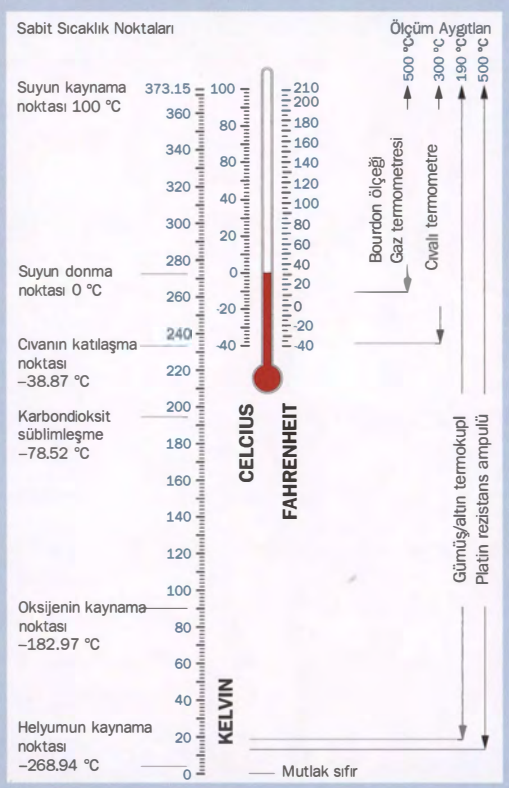
Solda: **Isıtılarak teste tabi tutulan cıvalı termometreler, 20. yüzyıl başları.**

(Roemer 1676'da ışığın hızını ölçen bir gökbilimciydi). Fahrenheit Roemer'in ölçeğini genişletmeye karar verdi ve her dereceyi dört kat arttırarak 240 derecelik bir ölçek oluşturdu. Buz, tuz ve amonyak tuzundan oluşan bir karışımın sıcaklığını 0°F, buzun donma/erime noktasını da 30°F olarak belirledi. İnsan bedeninin normal sıcaklığı (kan ısısı) 90°F idi. Ama birkaç deneyden sonra Fahrenheit ölçeğini gözden geçirdi: Sıfır değişmeden kaldı ama Fahrenheit donma noktasını 32°F'ye, vücut ısısını 96°F'ye yükseltti, suyun kaynama noktası ise 240°F'den 212°F'ye indi. Ölçeğin kendisi ve geçirdiği değişim pek mantıklı değildi ama termometreleri iyi çalıştığı için Fahrenheit'ın dereceleri genel kabul gördü. Termometrenin iyi çalışması da kısmen Fahrenheit'ın cıvayı arıtma yönteminden kaynaklanıyordu. Fahrenheit cıvayı deri malzemeden geçirerek filtreliyordu, böylece katı parçacıklar termometrenin ince cam tüpünü tıkamıyordu. Fahrenheit derecelerini halen (standart atmosferik basınç altında) donma ve kaynama noktaları için kullanıyoruz ama artık sağlıklı bir insanda 98.4-98.6°F aralığına düşen kan sıcaklığı derecesini kullanmıyoruz.

Her şeye karşın, yeni ölçeğe kısa sürede rakip geldi. Fahrenheit'ın 1736'daki ölümü üzerinden çok geçmeden, Anders Celcius 100 derecelik bir ölçek oluşturdu ve iki sabit nokta belirledi: Suyun donma noktası ve suyun kaynama noktası. İşin ilginci, Celcius'un 100°C'yi donma noktası, 0°C'yi ise kaynama noktası olarak seçmesiydi. Ama ölümünün ardından öğrencilerinden biri sabit noktaları tersine çevirince, 100 derecelik ölçek yavaş yavaş benimsendi ve 19. yüzyılın ilk yarısında Celcius ölçeği olarak anılmaya başladı. Ne var ki ölçeğin bilinen kısmı 100 dereceyi içerdiğinden, hem o dönemde hem de şimdi pek çok insan "derece C" kısaltmasının "derece santigrat" anlamına geldiğini düşünür. *Celcius*'un resmileşmesi, ancak 1948'deki, Dokuzuncu Genel Ağırlıklar ve Ölçüler Konferansı'yla gerçekleşti.

Mutlak sıfır ve mutlak sıcaklık kavramları, dondurma işleminin henüz icat edilmediği 1848 yılında geliştirildi. Lord Kelvin bu kavramları yalnızca sıcaklığı düşen gazın hacmindeki değişime yönelik gözlemlerine dayanarak geliştirmişti. Sıcaklıktaki her 1°C'lik düşüşle birlikte gaz, 0°C'deki hacminin 1/273'ü oranında, neredeyse eşit dağılımlı biçimde sıkışıyordu. Bunun üzerine Kelvin -273°C'de hacmin sıfıra, "mutlak sıfır"a düşmesi gerektiğini düşündü. Her ne kadar günümüzde maddenin bu şekilde fiziksel olarak yok olamayacağını bilsek de -gerçekten de mutlak sıfıra ulaşmamız teorik olarak imkansızdır- Kelvin'in açıklaması günümüzün en düşük sıcaklık değerine çok yakındı.





Asıl adı William Thomson olan Lord Kelvin (1824-1907) 1848'de Kelvin sıcaklık ölçeğini geliştirdi. (Soldaki) şema Kelvin ölçeği ile Fahrenheit ve Celcius ölçekleri arasındaki ilişkiyi, çeşitli maddelerin geçiş ısılarını ve çeşitli termometre tiplerinin derece aralığını gösteriyor. SI sisteminde mutlak sıfır 0 K veya -273.15°C biçiminde tanımlanır ve 1 K = 1°C'dir. Suyun donma ve kaynama noktaları ise sırasıyla 273.15 K ile 373.15 K'dır.

Barometreler

Barometre kavramı atmosferik basıncın var olduğu görüşüne dayalıdır ki, bu görüş de vakumun varlığını öngörür. Yani, içindeki havadan tamamen arınmış bir boşluğun. Evangelista Torricelli barometreyi, akıl hocası Galileo'nun bir önerisini takip ederek 1644'te icat etti. Torricelli 120 cm uzunlukta, bir ucu kapalı bir cam tüpü cıvayla doldurup bir tabağın üstüne ters çevirdi. Cıvanın tamamı tüpün içinde kalacağına, yaklaşık 76 cm uzunlukta bir sütun kaldı, üstte de bir boşluk vardı. Torricelli tabaktaki cıvayı etkileyen atmosferik basıncın sütunu desteklediğini, boşluğun ise vakum olması gerektiğini anladı. Değişen atmosfer basıncıyla birlikte cıva yüksekliğinin de günden güne az bir miktar değişiklik gösterdiğini gözlemledi. Barometrenin temel prensibi de buydu. Torricelli nihayet, "Cıvanın, kendisine baskı yapan dış havanın ağırlığı ile eşitlendiği noktaya kadar yükseldiği" ve hepimizin "hava elementinden oluşan bir okyanusun dibinde yaşadığı" sonucuna vardı.

Modern barometrede en yaygın kullanılan basınç birimleri milimetre cıva (mmHg) ya da milibardır (mb). Bunun yanında SI birimi pascal adı verilen (Pa), metrekare başına newtondur. Deniz seviyesinde normal atmosferik basınç 760 mmHg/1013.2 mb'dir (101,320 Pa). Ya da İngiliz birimleriyle inç kare başına 14.7 paund. Bu da bir araba lastiğinin içindeki normal basıncın yarısıdır. (Ama lastik basınç ölçeri, ortam basıncına, yani atmosferik basınca göre ölçüm yapar, sıfır basınca göre değil.) Atmosferik basınç, Torricelli deneylerinden kısa süre sonra Pascal'ın da keşfettiği gibi, doğal olarak irtifayla birlikte düşer. Everest Dağı'nın zirvesinde basınç yalnızca 300 mb'dir. Ama zirveye bir barometre götürmeyi başaran dağcının aynı zamanda sıcaklık ve yerel yerçekimi ayarını da yapması gerekecektir çünkü bunların ikisi de barometrelerdeki cıvayı etkiler.



Bir diğer barometre tipi, özellikle de uçaklardaki yükseklik ölçerde yaygın olarak kullanılır: 1844'te Lucien Vidie tarafından icat edilen aneroid barometre. Bu isim Yunanca "ıslak olmayan" anlamına gelen sözcükten türemiştir. Aneroidde sıvı kullanılmaz, yalnızca esnek bir diyaframı olan içi boş bir kapsül vardır. Basınçtaki değişimle birlikte bükülebilen diyafram, bir yay ve kolla gösterge düğmesine bağlıdır. Bu barometre, özellikle otomatik kayıt açısından cıvalı barometreden çok daha kolay taşınabilir ve kullanışlıdır ama onun kadar hatasız değildir.





Üstte: **Barometrenin mucidi Evangelista Torricelli (1608-47). Torricelli, Galileo'nun en son asistanıydı.**

Yukarıda: **Meteoroloji Departmanı'nın ilk müdürü, Robert Fitzroy (1805-65), İngiliz tümamiral formasıyla görülüyor.**

Solda: **"Fitzroy" cıvalı barometre. Bu tasarım ilk kez 1860'larda geliştirildi.**

Sismograflar

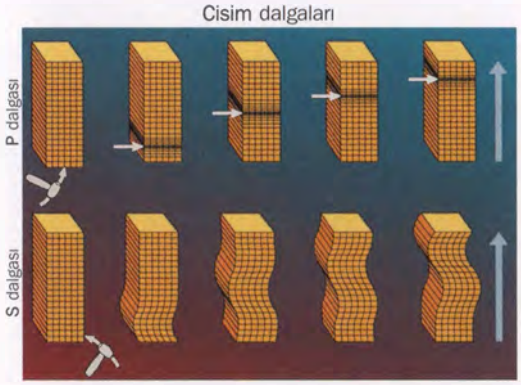


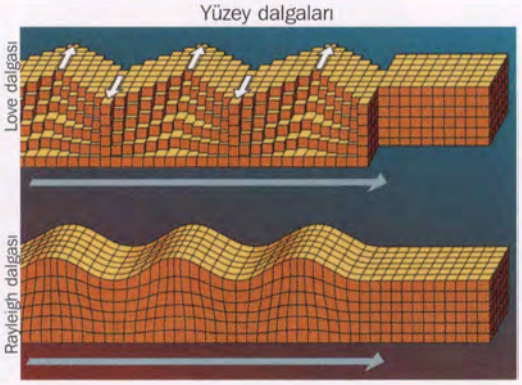
Bilinen ilk sismograf, Çinli gökbilimci ve matematikçi Chang Heng'e aitti: Aygıt ağzı açık sekiz kaplumbağadan oluşan bir dayanağın etrafına monte edilmiş sekiz ejderhadan meydana geliyordu. En küçük bir sarsıntı bile dayanağın içindeki sarkacı kaydırıyor, manivelaları harekete geçiriyor ve bronz bir top ejderin ağzından kurbağanın ağzına çınlayarak düşüyordu.

Japonya'da yaşayan İngiliz John Milne, 1880'lerde modern sismografı icat etti. Bu aygıt da aslında tüm sismograflar gibi sarkaç ilkesinden yararlanıyordu. Büyükçe ve serbest asılı bir ağırlığın ataleti, çerçevesinin hareketinin gerisine düşmesine neden olur: Sismografın mekanizması bu göreli hareketin kaydedilmesini sağlar. Aşağı ve yukarı hareket edip, menteşeli kapı gibi sağa sola sallanabilen üç sarkaç kullanılarak depremin hem dikey hem de ikiz yatay titreşimleri izlenebilir.

Milne'nin ilk versiyonunda, ağırlığa bağlı ince uçlu bir yazma aleti vardı ve bu uç dönen tütsülü kağıdın üstüne izler çiziyordu. Bu yöntem güvenirliği yüzünden günümüzde halen ara sıra sahada kullanılır. Daha sonra, 1893'te Milne aygıtı, izlerin dönen fotografik film üstüne kaydedilmesini sağlayacak şekilde geliştirdi. Bugün artık göreli hareket elektrik sinyaline dönüştürülüyor, elektronik olarak binlerce, hatta yüz binlerce kez büyütülüyor ve yazıcı ile kağıt üzerine, veya manyetik teybe ya da bilgisayara kaydediliyor.

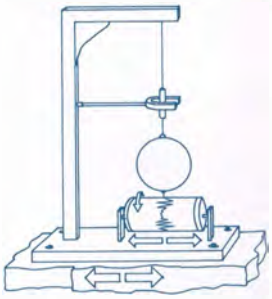
Deprem dalgalarının iki temel türü vardır (sol alt): Yeraltındaki deprem merkezince yüzeydeki en yakın noktaya iletilen cisim dalgası ve yüzeye ulaşan bazı cisim dalgalarının dönüşümüyle birlikte yerde meydana gelen yüzey dalgaları. Cisim dalgaları P dalgası (birincil dalga) ve S dalgasından (ikincil dalga) oluşur. İki tip yüzey dalgası ise adlarını, onları tanımlayan matematikçi A. E. H. Love'dan ve fizikçi Lord Rayleigh'den alır.



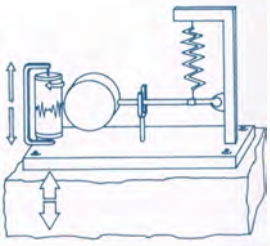


En solda: **Bilinen ilk sismograftan bir kesit. Aygıtı Chang Heng MS 132'de geliştirdi.**

Aşağıda: **Modern sismografın temel parçaları.**



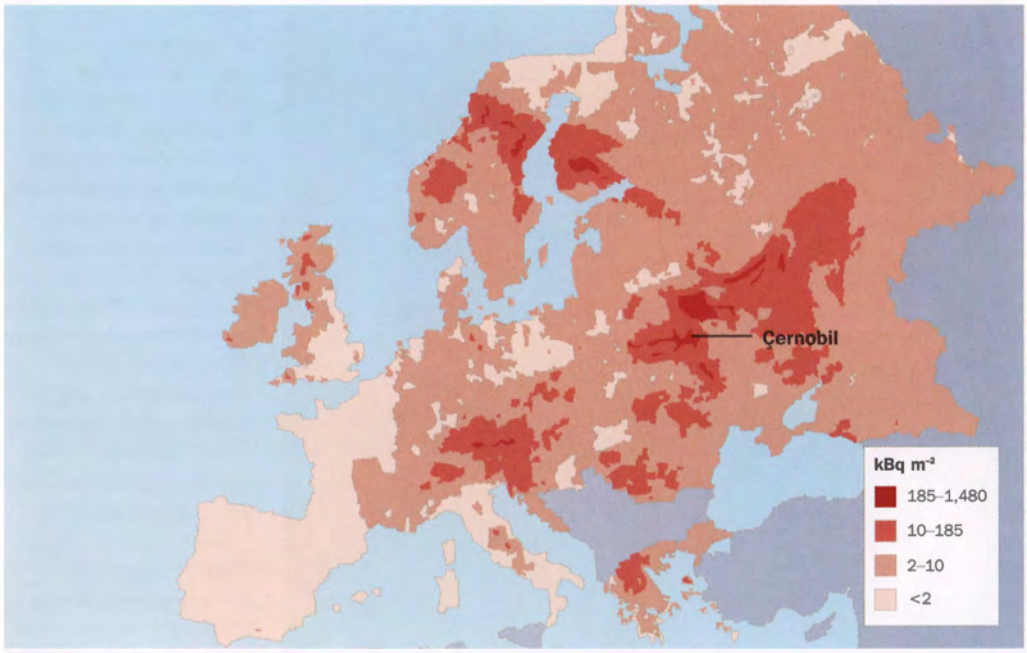
Yatay yer hareketi



Dikey yer hareketi

Solda: **Yer dalgaları. En hızlı P dalgaları hareket eder (6.5 km/sn'ye kadar). Dolayısıyla depremde hissedilen ilk harekete neden olan şey P dalgasıdır. En hızlı harekete sahip olmasının sebebi ise ses dalgası gibi boylamsal olmasıdır. Oysa S dalgası enlemseldir. Radyo dalgası gibi yanlamasına biçme hareketiyle yayılır. Yeri hem dikey hem de yatay hareket ettirir.**

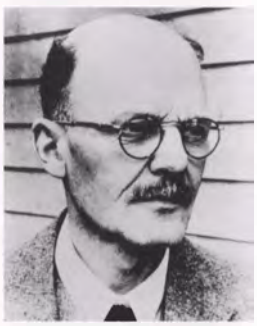
Geiger Sayaçları



Solda: **Bu harita 1986'da, Çernobil'de gerçekleşen, dünyanın en kötü nükleer kazasına ait radyoaktivite seviyelerini gösteriyor. Kazada 6.7 tonluk radyoaktif madde, etraftaki yüzlerce kilometrelik alana yayıldı. Harita en yaygın izotop olan ve 30 yıllık yarılanma ömrüne sahip (bkz. sayfa 86) sezyum-137'yi temel alıyor. Diğer bir deyişle sezyum-137'nin radyoaktivitesi 2016 yılında, 1986'daki seviyesinin yarısına düşecek. Bu belki önümüzdeki on yıllar içinde terk edilen kimi alanların yeniden yaşanır hale gelebileceği anlamını taşıyor olabilir ama Birleşmiş Milletler'in ve Ukrayna, Belarus ve Rusya hükümetlerinin 2005'te yayınladığı bir rapora göre kaza, şimdiden özellikle çocuklar ve gençlerde yaklaşık 4000 tiroid kanseri vakasına neden oldu.**

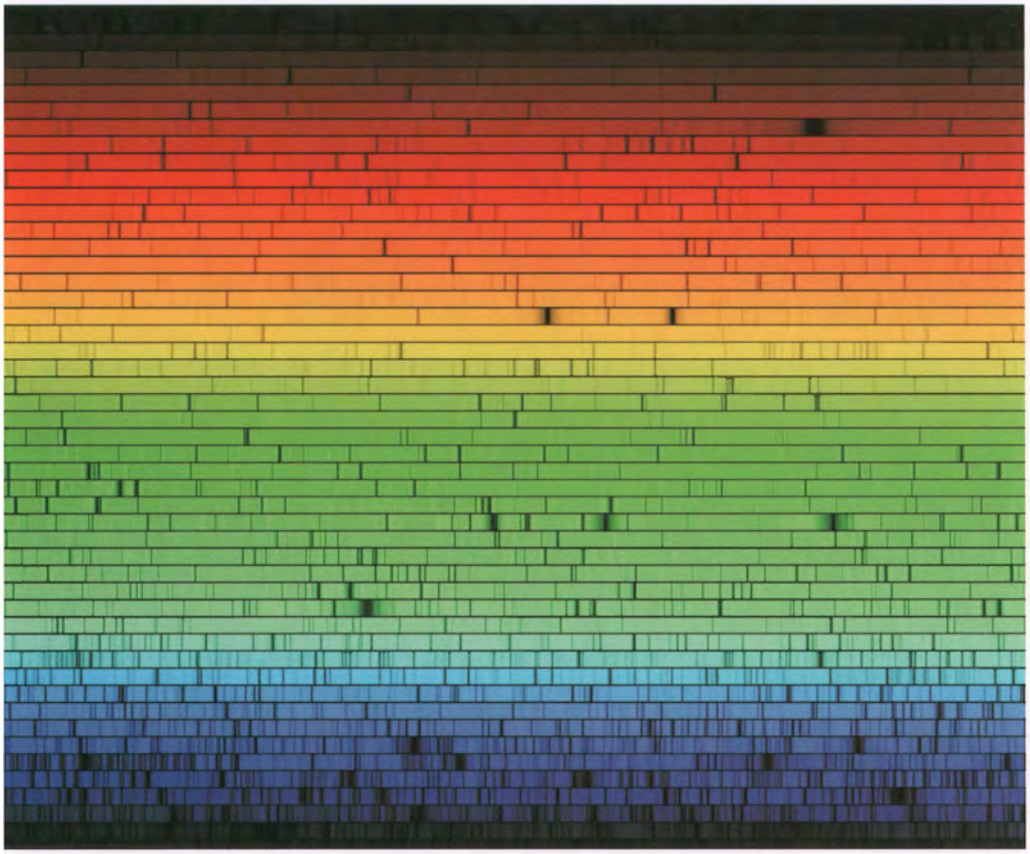
Tipik bir yerleşim bölgesinde ortam radyoaktivitesi, hassas bir Geiger sayacını iki saniyede bir kez gibi ortalama bir oranda attırır. Çözünen radyoaktif maddelerin yere inmesine neden olan yağmurdan sonra bu oran, saniyede bir kereye kadar çıkabilir. Yani saniyede bir nükleer parçalanma, veya I *becquerel*. Arkaplan radyasyonu olarak bu düşük rakam bile 1986 Çernobil kazasının ne derece ciddi olduğunu gözler önüne seriyor.

Geiger sayacının prototipi 1908'de, Manchester'da, Hans Geiger'ın Ernest Rutherford ile çalıştığı sırada icat edildi. Amaç radyoaktif bozunmadan kaynaklanan alfa parçacıklarını saymaktı ki, bu çalışma Rutherford'un 1911'deki çığır açıcı nitelikte atom çekirdeği keşfinin öncüsü olacaktı. Geiger tasarımını 1928'de, Almanya'da öğrencisi Walther Müller ile birlikte geliştirdi. Aygıt temelde düşük yoğunluklu (genellikle argon) gaz içeren bir tüpten ve pozitif ile negatif olmak üzere iki elektrottan oluşur. Kullanılan voltaj deşarj üretmek için gerekenden biraz daha azdır. Tıpkı cızırdayan bir flüoresan lambası gibi. Pencereden giren radyoaktif parçacıklar hayli enerjik olmaları dolayısıyla gaz atomlarının elektronlarının fırlamasına neden olarak, yani onları *iyonlaştırarak* bir deşarj başlatır (bkz. sayfa 89). Elektronlar pozitif elektrota doğru, pozitif yüklü iyonlar da negatif elektrota doğru akar, diğer gaz atomlarıyla da çarpışarak onları da iyonize eder. Böylece tek atımlık bir elektrik akımı yaratmaya yetecek kadar yoğun olup, büyütüldüğü zaman hoparlörde bir klik sesi olarak duyulabilen bir elektron heyelanı yaratılmış olur. Bir alfa (ya da beta) parçacığı, bir klik. Saniyede birkaç yüze kadar çıkan sayım oranına ulaşmak mümkündür. Buna alternatif olarak akım basitçe amperle de ölçülebilir.



Yukarıda: **Radyoaktivite ölçümüne yarayan Geiger-Müller sayacının mucidi, Hans Geiger (1882-1945). Aygıt alfa ve beta parçacıklarının tespiti için oldukça kullanışlı ama gama ışınları konusunda yeterince güvenilir değil.**

Tayfölçerler

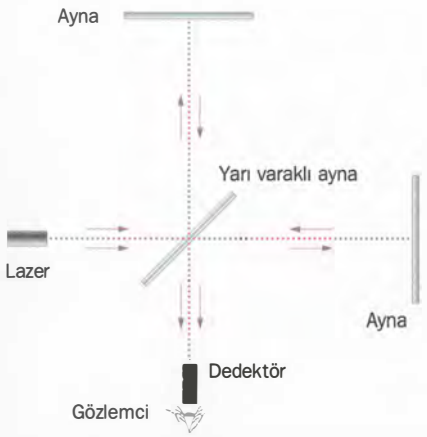


Dünya'ya Güneş'ten ulaşan görünür ışığın spektrogramındaki soğurma çizgileri. (Işığın iletilmediğini ifade eden) siyah çizgilere yol açan şey, Güneş'teki kimyasal elementler tarafından soğurulan çeşitli dalga boylarıdır. Bunun aksi olan süreç, yani yüksek enerjili atomların enerji kaybettiği ve radyasyon yaydığı süreç ise parlak çizgileri olan bir yayım tayfı ortaya çıkarır. Soğurulan enerji, yıldızların yanmasını sağlayan tepkimelerde kullanılır. Örneğin, helyum oluşumuna yol açan, hidrojen çekirdekleri arasındaki füzyonda. Tüm kimyasal elementler bir tayfsal parmak izine sahiptir. Hidrojenin beş dizi çizgiden oluşan hem soğurma, hem de yayım tayfı vardır: Bir dizi görünürde (fotoğraftaki), biri morötesinde ve üçü kızılötesinde. 1913'te Niels Bohr bu dizileri teorik olarak açıklama yolunda bir adım atarak çizgiler biçiminde temsil edilen enerji değişimleriyle, hidrojen atomundaki kuantumsal enerji seviyeleri arasında bir ilişki kurdu (bkz. sayfa 83-4).

Spektroskopinin 19. yüzyılda ortaya çıkışına dek gökbilimciler, gökcisimlerinin kimyasal ve fiziksel özelliklerini yalnızca dünyaya düşen göktaşlarının kimyasal analizini yaparak öğrenebiliyordu. Günümüzde ise yıldızların yaydığı ışığın farklı dalga boylarının tayfölçer ile analizi sayesinde gökbilimciler, yıldızların sıcaklığına, yapısına ve kimyasal element oranına, ayrıca evrenin uzak köşelerinde var olan atomlar ve moleküllere ilişkin derin bilgi sahibi olabiliyor. Örneğin, tayf analizi Venüs atmosferinin yüzde 96.5 karbondioksitten, Güneş'in dış bölgesinin ise yaklaşık yüzde 90 hidrojenden oluştuğunu gösteriyor.

Her spektroskopi deneyi şunları içerir: Bir ışınım kaynağı (görünür ya da değil); bir refraktif prizma veya ışınımı dalga boylarına ayıran bir dağıtma ızgarası; tayfın ayrıntılarını gözlemek veya kaydetmek için dedektörler; dalga boylarının ve yoğunluklarının ölçümü ve elde edilen verilerin Yerküre fizik ve kimyasına ait tayf bilgileriyle karşılaştırılarak yorumlanması. Doğrudan görsel gözlem için geliştirilen aygıtlara spektroskop/tayfölçer denir. Fotografi veya diğer veri kayıt yöntemlerini kullanan aygıtlar ise spektrograf diye bilinir.

Lazerler

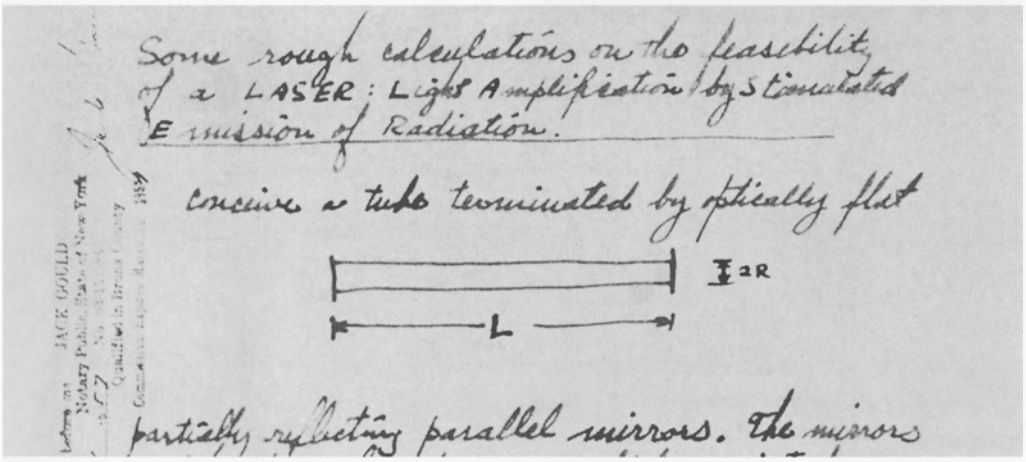


Büyük önem taşıyan uyarılmış radyasyon yayılımı kavramını ilk kez 1917'de düşünen kişi Einstein'dı (İngilizcedeki laser/lazer sözünün açılımı "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation"dır, yani Uyarılmış Radyasyon Yayılımı ile Işığın Güçlenmesi). Işığa hem parçacık hem de dalga olarak yaklaşan, devrim niteliğindeki kuantum teorisinden yola çıkan Einstein, bir kuantumluk ışığın (yani elektrona benzer şekilde, bir *foton*) bir atomu yüksek enerji konumunda uyararak, aynı enerjiye sahip iki foton yaymasını, yani ışığı güçlendirmesini sağlayabileceğini öngördü.

Ama ikinci önemli kavramı, yani *eşevreliliği* öne süren Einstein değildi. Eşevrelilik, uyarılan iki fotonun birbirinin adeta kopyası olduğu anlamına gelir. Bu iki foton, dalga gibi hareket ettiklerinde (enerjileri aynı olduğu için) aynı frekansa sahip olmakla kalmaz, aynı zamanda birbirleriyle de uyumlu hizalanırlar. Diğer bir deyişle, tepe noktaları ile dip noktaları, sabit faz ilişkisiyle benzeri şekilde yerleşir. Bu nedenle de biraraya gelir veya "yapıcı girişim" oluştururlar ve birbirlerini desteklerler. Eşevreli ışık ışınının dalgaları aynı fazdadır. Eşevreli olmayan ışığın ise -yani, (güneş ışığı da dahil) hemen hemen tüm ışık türleri- tepe ve dip noktaları bu şekilde hizalı değildir ve birbirlerini iptal eder ya da "yıkıcı girişim" oluştururlar. Lazer ışığına o eşsiz odaklılığı ve gücünü kazandıran şey de bu tek frekansılık ve eşevrelilik özelliğidir.

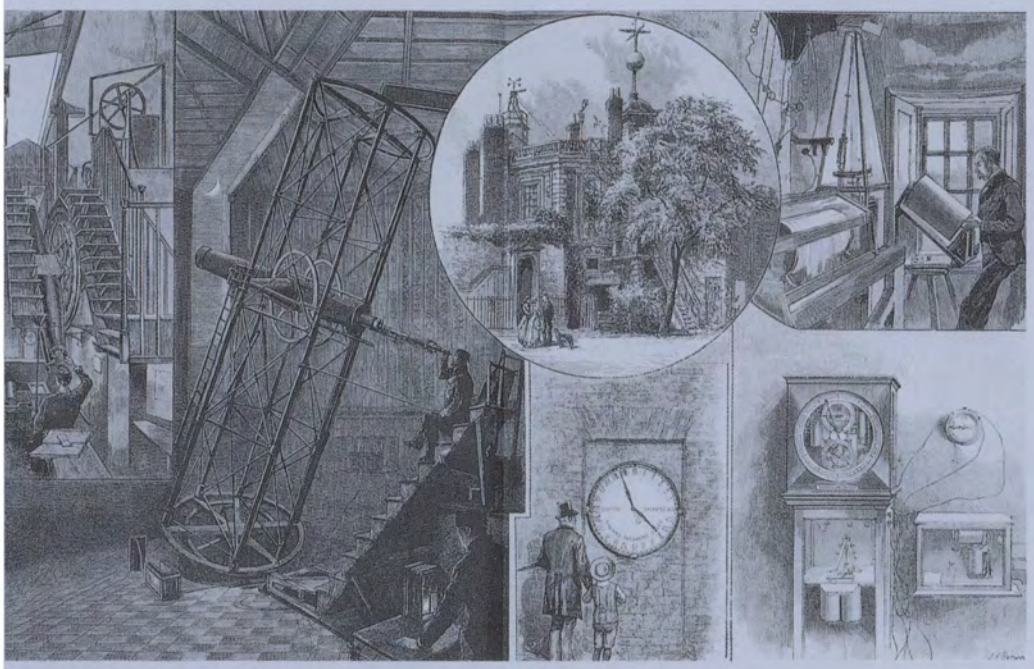


En solda: **Uzunluk ölçümünde lazer interferometre (girişim ölçer) mevcut en hatasız aygıttır. İnterferometre diyagramında bir lazer ışını, bir yarı varaklı aynayla, birbirine dik açılı iki ışına ayrılır. Ardından iki ışın, interferometrenin "kollarında" yer alan iki ayarlanabilir ayna ile yansıtılır ve yarı varaklı aynada yeniden birleştirilir. Buradan da gözetleme dedektörüne yansıtılır. Eğer ışınlar tamı tamına aynı mesafeyi kat ederse, hedefe tamı tamına aynı fazda varır ve yapıcı girişim oluştururlar. Ama bir ışın diğerinden yarım dalga boyu ileride giderse (yaklaşık 300 nanometre), ışınlar aynı fazda varamaz ve yıkıcı girişim oluşturarak, dedektör tarafından tespit edilebilen açıklı koyulu girişim "saçakları"nı meydana getirirler. Böylece kollar arasındaki küçücük bir uzunluk farkı (bir nanometre kadar) ölçülebilir.**



Lazerin ortaya çıkışı. Einstein da dahil pek çok bilimcinin lazere katkısı oldu. Gordon Gould 1957'de noter damgalı defterinde ona adını verdi (solda). Alexander Prokhorov, Charles Townes ve Nikolai Basov (sol üstte) 1964'te lazerin icadı için Nobel ödülünü paylaştılar. İşleyen ilk lazer 1960'ta, Theodore Maiman tarafından üretildi.

Ulusal Ölçüm Kuruluşları



Solda: **1885'e, yani Greenwich Saati'nin uluslararası kabulünden sonraki yıla ait Greenwich Gözlemevi manzaraları. En solda Airy'nin transit çemberi (bkz. sayfa 68), ortada ise "saat kuryesi" Ruth Belville tarafından okunan saat görülüyor (bkz. sayfa 62).**

İlk ulusal ölçüm kuruluşu denebilecek kuruluşlar, gökbilim sayesinde ortaya çıktı: Kral XIV. Louis tarafından 1667'te kurulan Paris gözlemevi ile Kral II. Charles tarafından 1675'te kurulan Greenwich gözlemevi. Ama gözlemevlerinin işlevleri gökbilim, yön tespiti ve arazi ölçümüyle sınırlıydı. Londra Kraliyet Akademisi'nin (1799) yetki alanı ise daha genişti ve "Bilimsel uygulamalardan genel yaşam amaçlarına" dek uzanan çerçeve dahilindeki her şeyi kapsıyordu. Ama Akademi, ağırlık ve ölçüler için standartlar belirlemeye girişmedi. Resmi ulusal standartlarla ilgili kuruluşlar ancak 19. yüzyılın son çeyreğinde oluşturuldu: Fransa'da Bureau International des Poids et Mesures (1875); Almanya'da Technische Reichsanstalt (1887), İngiltere'de (1900) Ulusal Fizik Laboratuvarı (NPL) ve ABD'de Ulusal Standartlar Bürosu (1901). Bu artışın nedeni elbette teknolojinin hızla gelişimi ve bilimde doğruluk ile kesinliğe duyulan gereksinimin gitgide büyümesiydi. Sanayi ve bilim alanında zaman, uzunluk, kütle, kuvvet, basınç ve kapasite gibi fiziksel niceliklerin standartlaştırılması talebi vardı.

Britanya'daki devlet destekli kuruluş NPL'nin yönetimi başlangıçtan itibaren Kraliyet Akademisi üyeleri ile endüstri temsilcilerinden oluşan bir grup tarafından yürütülüyordu. Bu durumda kaçınılmaz olarak NPL'de bilimsel araştırma ile ticari faaliyetler arasında çatışma yaşanıyordu. Devletin memurları temel bilime sıcak bakmıyordu ve bilimsel araştırmanın uzun vadede mali olarak kendi kendine yeterli duruma gelmesi gerektiğine inanıyordu. 1965'te yönetici grup dağıtılarak bilim cemiyetiyle olan bağ tamamen koparıldı ve

Aşağıda: **Asıl adı John William Strutt olan Lord Rayleigh (1842-1919). Lord Rayleigh 1899'da, Ulusal Fizik Laboratuvarı yönetim kurulunun başkanlığına seçildi. 1904'te Nobel ödülünü kazandı ve 1905'te Kraliyet Akademisi'nin başkanlığına geldi.**



NPL, Teknoloji Bakanlığı bünyesine alındı. Ardından 1990'larda hükümet doğrudan devlet desteğini çekerek NPL'yi bir devlet birimi olmaktan çok, iş sahasını ilgilendiren bir kuruma dönüştürdü. Buna karşılık Kraliyet Akademisi ile yeniden bağ oluşturuldu.

Ama her ne kadar başlangıçta NPL çalışmalarının büyük kısmı, maaş ödeme ve tekdüze işlerden ibaret olsa da (termometrelerin test edilmesi, test için gönderilen bilimsel aygıtların standartlaştırılması ve kalibrasyonu, çeşitli fizik ve kimya analizleri) Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra laboratuvar, pek çok alanda araştırmalarıyla isim yaptı ve şöhreti İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra daha da arttı. Bilgi-işlem konusunda gerçekleştirilen, Alan Turing tarafından tasarlanmış Pilot Otomatik Bilgi İşlem Makinesi (Ace) gibi ve internetin ABD'deki icadına katkıda bulunan bilgisayar ağı ve paket anahtarlama kavramları gibi bazı öncü çalışmalar, 1940'lar ve 1950'lerde NPL'nin elinden çıktı.

Eileen Magnello'nun yazdığı *A Century of Measurement* [Ölçümün Yüz Yılı] isimli NPL tarihini anlatan kitap, kuruluşun yüzyıl ortalarındaki faaliyet alanı ve çalışmalarına ilişkin iyi bir fikir veriyor. Magnello'ya göre 1950'ler boyunca şu konularda NPL'in önerilerine başvuruldu: St. Paul Katedrali'nde ses sisteminin akustiği; Winchester Katedrali'nin akustiği; doğum anestezisi için önerilen bir aygıttaki trilenin buharlaştırılması; sterilazasyon esnasında süt şişelerindeki sıcaklık dağılımı; gömülü su pompalarındaki kaçakların tespiti; toprak altında yetişen mantarların ısı ve nem problemleri ve hastanede sterilizasyon sırasında radyum iğnesinin açılması durumunda alınması gereken önlemler.

Teknik zorluklar, doğaları itibarıyla yıllar içinde büyük değişiklik gösterdilerse de standardizasyona ve ulusal standartlar kuruluşlarına duyulan gereksinim devam ediyor. 21. yüzyıl başlarında, kalibrasyon çalışmalarının çoğu internet ortamına taşındı. İnternet sayesinde, büyük "ulusal standart kuruluşları" ürün ve ekipmanların minimum fiziksel aktarımıyla uzaktan kalibrasyonu gerçekleştirebiliyor. (Tarayıcıda kullanılan gibi) standart bir bağlantıyla kuruluşa ait yazılım, uzak bir laboratuvarda bulunan ölçüm ekipmanını kontrol edebiliyor, ölçüm verilerini analiz edebiliyor ve sertifika verebiliyor.



Aşağıda: **Ulusal Standartlar Bürosu'nda, optik cam üreticileri görülüyor (1928). 1.7 ton ağırlığında ve 1.8 metre uzunluğundaki -o dönemde ABD'deki en büyük örnek olan- cam disk, bir yansıtmalı teleskopun aynası olarak üretildi. Soğutma işlemi sırasında dört disk çatladı ama çok yavaş soğutulduğu için beşinci disk çatlamamayı başardı. Devlet tarafından işletilen Ulusal Büro'nun bu başarısı, Palomar Dağı'ndaki Hale teleskopu için 5 metrelik ayna üretiminin, 1940'larda özel bir şirket tarafından üstlenilmesinde rol oynadı. Ulusal Standartlar Bürosu 1988'den bu yana Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü olarak anılıyor.**



II DOĞANIN ÖLÇÜMÜ

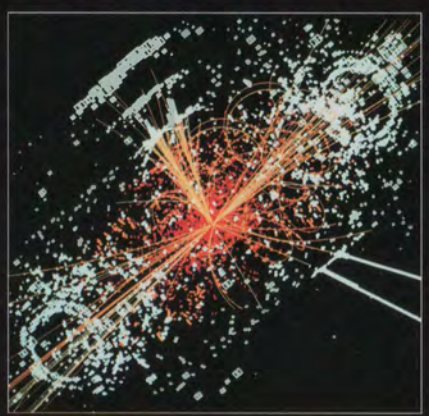
Yıldızları, gökadaları, evrenin Büyük Patlama'yla varoluşunu, elektronları, kuarkları, hatta sicim teorisini şöyle bir çırpıda anlatmak çok da zor değil. Logaritmik sisteme veya bol sayıda sıfıra başvurarak onların göreli boyutlarını ortaya koymak da zor değil. Ama sözkonusu karşılaştırmaların gerçekte ne anlama geldiğini kavramak imkansız. İnsan zihni kasırga ve tsunami gibi doğal afetleri anlamak için bile bolca çaba sarf ediyor. Oysa gökadalar, Dünya-Güneş mesafesinden çok daha uzaklarda ve eğer gerçekten varlarsa sicimler de bir bakteriden bile akıl almaz derecede küçükler. Bu iki boyut arasındaki farkı anlamaksa son derece güç.

Kimi zaman bilimciler bile, örneğin, gigametre (10^9 m) ve nanometreden (10^{-9} m) daha "insani" olan, standart dışı birimlere sığınabiliyor. Örneğin, gökbilimciler, Dünya ile Güneş arasındaki mesafeye eşit olan "astronomik birimi"de (AU) seviyorlar. Güneş'le Jüpiter arası 5.20 AU ve bu sayı metrik mesafe olan 778 gigametreden çok daha akılda kalıcı. Kimyacılar ise moleküler mesafeleri ölçmede, 0.1 nanometreye denk olan angstroma (Å) düşkünler. Örneğin, klor molekülünün yarıçapı yaklaşık 1 Å.

Gökadaları, yanardağları ve atomları inceleyen -dev teleskoplardan uydulara ve lazerlere dek- tüm aygıtlar insan yaratıcılığının zaferi. Bu aygıtlar sözkonusu doğal fenomenleri sayılara dönüştürüyor. Bize sundukları ölçümleri nasıl yorumlayacağımız ise bilimin süregiden yolculuğuna bağlı.

Hubble Teleskopu'nun Ultra Derin Saha Görüntüsü ile, 2004'te elde ettiği fotoğraf görünür evrenin en uzak ve yaşlı köşesini gözler önüne seriyor. İnsanda huşu uyandıran bu görüntü, Büyük Patlama'dan sonra, evren henüz 400 milyon yaşındayken ortaya çıkan ilk gökadaları gösteriyor. Son tahminlere göre evren yaklaşık 13.7 milyar yaşında.

5. Bölüm *Atomlar*



Yukarıda: **Proton parçalayıcısı. Dünya'nın en büyük parçacık hızlandırıcısı olan Large Hadron Collider'ın (Büyük Hadron Çarpıştırıcısı) devasa dedektörleri, eski hızlandırıcılardan çok daha yüksek hızlara dek hızlandırılan protonların çarpışmalarından doğan radyoaktif serpintilerini ölçmek üzere tasarlanmış. Fizikçiler çarpışmayla ortaya çıkan atomaltı parçacıkların** (solda) **patlamalarından yeni ve egzotik parçacıkları keşfetmeyi umuyorlar. Large Hadron Collider (Büyük Hadron Çarpıştırıcısı) Cenevre yakınında, Fransa ve İsviçre sınırında yer alan Avrupa Nükleer Araştırma Konseyi'nde (Cern) yeraltına kurulu. Burası 34 ülkeden 2000'den fazla fizikçinin, üniversitelerin ve laboratuvarların işbirliği ile kuruldu.**

Atomlar ve Kuantum Teorisi

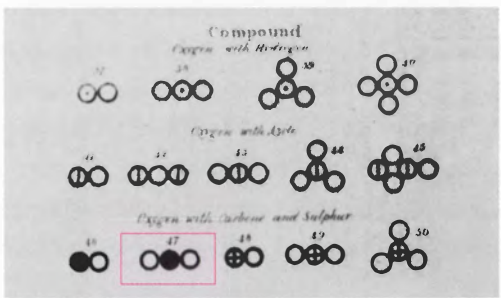
Maddenin nereye kadar parçalanabileceğine ilişkin teorik bir sınır var mıdır? En sonunda bölünmez parçacıklara mı ulaşılır? Doğa, yapısı itibarıyla kesintisiz ve dalgasal mı, yoksa kesintili ve kuantumsal mıdır?

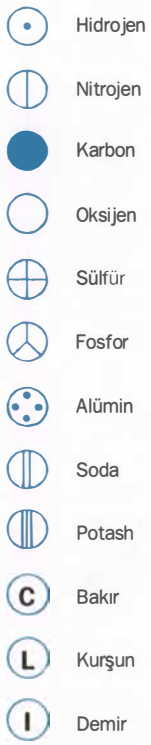
Bu tartışma MÖ 5. yüzyılda, Yunanların atom teorisiyle birlikte başladı, 17. ve 18. yüzyılların bilimsel devrimiyle alevlendi, 20. yüzyılda kuantum teorisiyle birlikte yoğunluk kazandı ve günümüzde analog-dijital gibi birbirine zıt kavramlarla ve elektron gibi varlıkların dalga-parçacık "ikiliği" ile yaşamını sürdürüyor. Düşünür Bertrand Russell'ın şu soruyu sorduğu söylenir: Dünya bir kova dolusu pekmez mi, yoksa bir kova dolusu kum mudur? Matematiksel deyişle, "Dünya geometrik olarak sonsuz kesintisiz çizgiler biçiminde mi tanımlanmalı, yoksa ayrık sayıların cebiriyle mi? Hangisi doğayı daha iyi tanımlar; geometri mi cebir mi?" der, günümüz fizikçisi John Rigden.

19. yüzyılda atoma ve moleküllere ilişkin kanıtların sayısı gitgide artış gösterdi. Kimyacı John Dalton atomu, bir maddenin kimyasal tepkimeye girebilen en küçük parçası olarak tanımlıyordu. Dalton oksijen ve demir gibi kimyasal elementlerin belirli oranlara göre birleştiğini ileri sürmüş, ilk karşılaştırmalı atom ağırlıkları tablosunu oluşturmuştu. Benzer özelliklere sahip elementlerin atom ağırlıklarına göre gruplandırıldığı periyodik tablo ise 1860'larda Dimitri Mendeleev tarafından geliştirildi. (Günümüzde periyodik tablo ağırlığa göre değil, atom numarasına göre oluşturuluyor - bkz. sayfa 88). Daha sonraları fizikçiler ısı ve sıcaklık gibi fenomenleri, hareket eden veya titreşen muazzam sayıdaki atomlar ve moleküller olarak açıklamayı başardılar. Bu açıklamayı, sözkonusu parçacıkların hızlı veya yavaş hareketlerine göre artıp azalabilen kinetik enerjileri olduğu varsayımına dayandırdılar. Ne var ki bu tür görünmez fiziksel varlıkların mevcudiyetine ilişkin sağlam deneysel kanıtlar hâlâ elde edilememişti.

Ardından 1905'te Einstein, Brown hareketi denen akıl almaz fenomenin, atom ve moleküllerin kinetik teorisi ile açıklanabileceğini ortaya koydu. 1827'de botanikçi Robert Brown, suda asılı çok küçük polen partiküllerinin kararsız hareketler sergilediğini kaydetmişti. Einstein'ın zamanına gelindiğinde ise sözkonusu fenomen, sıvı ve gaz içinde asılı duran tüm küçük cansız partikülleri -örneğin, çok ince öğütülmüş cam- içerecek şekilde genelleştirilmişti. Bu yüzden de fenomenin nedeni botanikle veya canlılarla ilişkilendirilmemişti. Einstein bu küçük partiküllerin, durmaksızın hareket eden sıvı ve gaz moleküllerinin yarattığı çarpışmalarla uyarıldığını öne sürdü.

Zamanın ileri gelen fizikçileri ilk başlarda bu açıklamayı inandırıcı bulmadılar. Öncelikle, hiç şüphesiz ki atom ve moleküller, kendilerinden nispeten çok daha büyük olan polen partiküllerini etkileyemeyecek kadar





Dalton'un atomları ve molekülleri. John Dalton 1808'de yeni bir kimyasal semboller sistemini içeren *New System of Chemical Philosophy*'yi [Yeni Kimya Felsefesi Sistemi] yayımladı. Dalton'un kendi çizimi olan (işaretle belirtilen karbondioksit de dahil) kimi oksijen kombinasyonları solda**, ve onun element sembollerinin modern versiyonları** yukarıda **görülüyor. Moleküler formüllerin çoğu hatalıydı ama Dalton'un geliştirdiği kavram ve atom ağırlıkları listesinin önemli etkileri oldu.**

küçüktü. Bir molekül ile partikülün göreceli boyutları, örneğin, bir sivrisinek ile filin göreceli boyutundan da küçüktü. Ayrıca, hareket eden moleküllerin, her yönden gelen polen partiküllerini "iğne misali toplamaları" dolayısıyla, sıfıra karşılık gelen bir ortalama etki yaratmaları gerekiyordu. Ama Einstein polen partiküllerinin gözlemlenen zikzaklarının atomlar ve moleküllerin yarattığı "yığın davranışı"ndan kaynaklanıyor olabileceğini ortaya koydu. Diğer bir ifadeyle bu, geçici kitleler halinde önce bir yöne, sonra başka bir yöne doğru hareket eden ve bu sırada polen partikülünü de bir o yana, bir bu yana iten büyük atom ve molekül gruplarının lokalize istatistiksel dalgalanmalarıydı. Sözkonusu teoriden yola çıkan Einstein, 17°C sudaki, milimetrenin binde biri çapa sahip -yani atomlardan 10,000 kat büyük- partiküllerin, 1 dakika içinde milimetrenin 6 binde biri mesafelik yatay bir yolu gitmesi gerektiğini hesapladı. Jean Perrin bu öngörüyü çok geçmeden laboratuvar ortamında doğruladı.

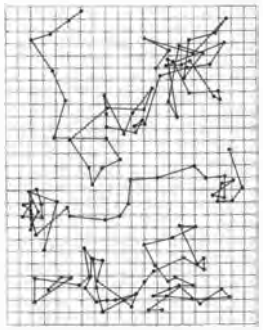
Kuantum teorisi 1900 yılında, Max Planck'ın çalışmasıyla birlikte doğdu. Planck kor halindeki bir yarıktan yayılan ısı enerjisi üzerine düşünüyordu. Ölçülen enerjinin farklı dalga boylarında ve farklı sıcaklıklarda nasıl değişiklik gösterdiğini açıklayan bir kuram geliştirmeye çalışmaktaydı. Ama ışığa kesintisiz dalga gibi yaklaştığı zaman, kullandığı dalga modeli deneyle örtüşmüyordu. Öte yandan, ışığı soğuran ve yansıtan yarığın duvarlarındaki "rezonatörlerin" (atomların) enerjileri için ayrık değerler öngördüğünde teori deneyle örtüşüyordu. Enerjinin kesintisiz soğurumu ve yayımı yerine, ısı ile atom paketleri, yani kuantalar arasında enerji alışverişi gerçekleşiyordu. Üstelik, bir kuantumun boyutu, rezonatörün frekansı ile orantılıydı. Bu da yüksek frekanslı kuantanın, düşük frekanslı kuantadan daha çok enerji taşıdığı anlamına geliyordu. Doğanın bir süreklilik olduğuna inanan ve yapı itibarıyla muhafazakâr biri olan Planck, yaptığı hesaplar konusunda rahatsızlık duysa da, onları yayımladı.

Einstein ondan daha cesurdu. Yalnızca ısı/ışık ve madde arasındaki enerji alışverişinin değil, aynı zamanda *ışığın kendisinin de kuantumsal olduğuna* karar verdi. 1905'te, şunları yazdı: "Belli bir noktadan bir ışık ışını yayıldığında, enerji gitgide büyüyen bir alana kesintisiz olarak dağılmak yerine, uzaydaki belli noktalarda lokalize olmuş, bölünmeden hareket eden ve bir bütün olarak soğurulabilen, ya da üretilebilen sonlu sayıdaki enerji kuantasından oluşur." Hareket eden parçacıklar yerine, Einstein ışık ışınını hareket eden enerji paketleri olarak hayal ediyordu. Bu kavramın nihayet benimsendiği 1920'lerde, sözkonusu paketlere "foton" adı verildi.

Kuantum teorisi son derece güçlü bir araçtı. Atomdaki parçacıkların enerjilerinin kuantumsal olduğunu varsayan bilimciler, örneğin, tayfsal soğurma ve yayım çizgilerini, kimyasal elementlerin farklı niteliklerini ve hızlandırıcılardaki çarpışmalarda ortaya çıkan atomaltı parçacıkları açıklamayı başardılar. Ama Planck'ın duyduğu rahatsızlığın etkileri halen devam ediyor. "Bilim doğanın nihai gizemini çözemez" demişti Planck. "Çünkü nihayetinde bizler de çözmeye çalıştığımız gizemin bir parçasıyız."



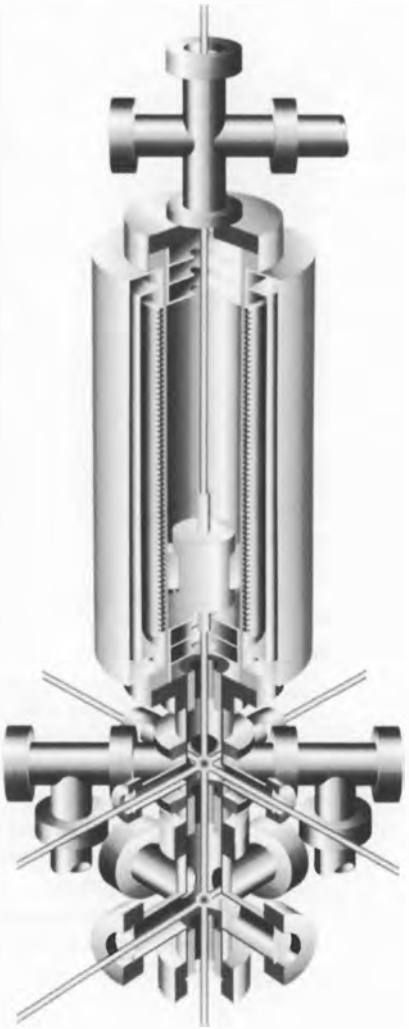
Yukarıda: **Kuantumu bilime gönülsüzlükle kazandıran fizikçi Max Planck (1858-1947). Planck, Einstein'ın görelilik teorisinin ateşli savunucularından olsa da, onun kuantum teorisine inanmıyordu.**



Yukarıda: **Jean Perrin tarafından gözlemlenen Brown hareketi. Perrin sıvı çözelti içindeki üç adet sakızağacı reçinesi taneciğinin pozisyonlarını her 30 saniyede bir kaydetti ve zikzak hareketini gözler önüne sermek için pozisyonları düz çizgilerle birleştirdi. Bu deney atom ve moleküllerin varlığına ilişkin ilk inandırıcı delildi.**

Atom Saatleri

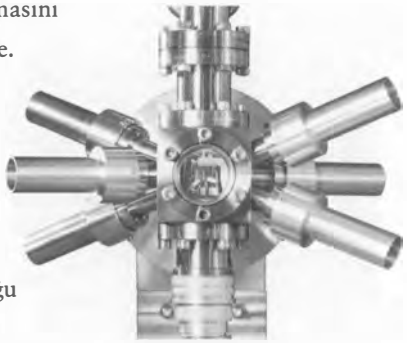
Saat nedir? Dönüp duran akreple yelkovanı ve sayıları unutun. Önceden de belirtildiği gibi saatin temel özelliği, tekdüze bir frekansa sahip, döngüsel bir mekanizmayla (salınım) işlemesidir. Sözkonusu salınım ister bir sarkaca göre, ister bir yay mekanizmasına, Dünya'nın dönüşüne, Galileo'nun gözlemlediği Jüpiter'in uydularına göre ayarlanmış olsun, isterse de elektron gibi bir atomaltı parçacığın düşük enerjili kuantum seviyesinden yüksek enerjili seviyeye geçişi veya "atlaması" esnasında, elektronik yapısı tarafından belirlenmiş bir frekansın enerji patlamasını soğuran bir atom ya da moleküle göre.



Sözkonusu mekanizmaların sonuncusu artık zamanı, saniyenin çok küçük kesirlerine kadar ayırabiliyor. Bu bağlamda Londra'nın dünyaca ünlü saati Big Ben'in, atom saatlerinin öncüsü olduğu söylenebilir. İngiltere Ulusal Fizik Laboratuvarı'nın ifadesiyle, "Bir saniye, en düşük enerji seviyesindeki sezyum atomunun, iki hiperfin seviye arasındaki radyasyon geçişin 9,192,631,770 periyoduna karşılık gelen süredir."

Bu tanım çoğumuza hiçbir şey ifade etmeyebilir belki ama kesin olan bir şey varsa o da atomik kuantum fenomeninin, uygun donanımlı bir laboratuvar kullanılarak dünyanın herhangi bir yerinde aynı biçimde tekrarlanabilecek bir standardı üretmiş olduğudur. Atomik yapı evrenseldir, yani - sarkacın aksine- bir sezyum atomu, bundan bin yıl sonra bile ya da buradan uzaktaki bir gökadada bile daima aynı vakti tutacaktır.

Zamanın bu titiz takip biçimi, gündelik zaman algımızı yakından ilgilendiren bir konu olmasa da, internetin, e-postanın, televizyonun, Küresel Konumlama Sistemi'nin, elektrik endüstrisinin, taşımacılık ve mali sistemlerin işleyişleri açısından hayati önem taşıyor. Bu konu ayrıca acil servisler, tren şirketleri, nakit makineleri ve mobil faturalama sistemleri açısından da son derece önemli. İnsanlık atom saati olmaksızın birkaç binyıl boyunca kendini iyi idare etti ama bugün medeniyet onsuz durma noktasına gelebilir.



Yukarıda: **Bir sonraki nesil atom saatleri iyon kapanlarını kullanacak. Bu kapanlar içinde iyonlar, lazerle mutlak sıfıra yakın bir değere dek soğutularak sabit tutulacaklar. Böylece daha uzun etkileşim sağlanacak. İyon tuzaklar mevcut atom saatlerinin 1000 katı doğruluk derecesine sahip olabilir.**

Solda: **Sezyum fıskiyesi, 1950'lerde Louis Essen'in öncülüğünü yaptığı atom saatlerinin yerini alacak. Bu sistemde dört adet lazer sezyum atomlarını saniyede 200 metreden, saniyede birkaç santimetreye dek yavaşlatarak soğutur. Ardından soğuk atom bulutları tekrar tekrar yukarı doğru fırlatılır. Yerçekimiyle geri düşen atomlar, bir mikrodalga oyuğundan geçerler. Mikrodalga radyasyonu (bkz. sayfa 98) saniyenin tanımında temel alınan atomik geçişi tetikler. Soğurulan frekansı ölçerek, zamanın geçişini de ölçeriz. Mikrodalgalarla etkileşim ne kadar uzun sürerse, doğruluk oranı o kadar artar.**

Radyoaktivite ve İzotoplar



Solda: **Radyoaktivitenin keşfi için fizik dalında (Pierre Curie ve Henri Becquerel ile) ve radyumun izolasyonu için kimya dalında (tek başına) olmak üzere İki Nobel ödülü kazanan Marie Curie (1867-1934).**

19. yüzyıl sonlarında, tam da maddenin atom yapısının şüphe götürmez biçimde belirlendiği bir sırada, atomların bölünmez olmadığı ortaya çıktı. Kimyasal bir element kararsız olabilir, radyasyon yayımıyla bozunarak başka bir elemente dönüşebilirdi. Radyoaktivite Henri Becquerel tarafından, 1896'da bir uranyum bileşiğiyle çalıştığı sırada, kazara keşfedildi. 1898'de de Pierre ve Marie Curie güçlü radyoaktiviteye sahip iki elementi daha keşfetti; radyum ve polonyum. Bunların her ikisi de doğal oluşumlardı ve aynı şey toryum için de geçerliydi.

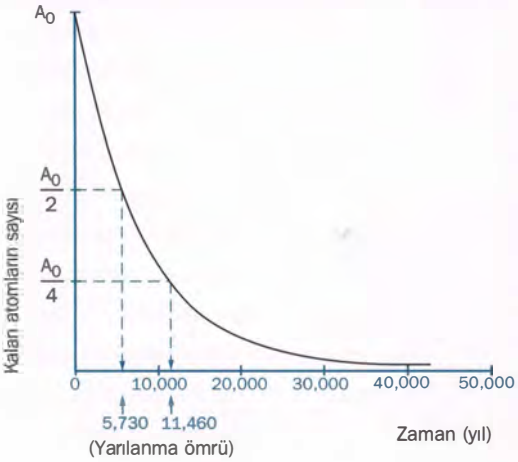
Bir süre sonra atom teorisinin bir dayanak noktası daha sarsıldı. Kimyasal bir elementin tüm atomlarının aynı olduğu varsayılıyor, özellikle de aynı ağırlık ve kütleye sahip oldukları düşünülüyordu. Uranyum ve toryumun bozunma ürününün kurşun olduğu artık biliniyordu. Ne var ki 1913'te minerallerdeki kurşunun farklı formlarının varlığı farklı kaynaklarla ortaya kondu. Sözkonusu formlar, kimyasal olarak aynıydı (kimyasal yollarla ayrıştırılamayan karışım) ama farklı atom ağırlıklarına sahipti. Frederick Soddy bu çoklu formlara, periyodik tabloda aynı yeri işgal ettikleri için, "aynı yer" anlamına gelen *izotop* ismini verdi (bkz. sayfa 88). Sonraları aynı elementin -kimi radyoaktif olan, kimi olmayan- doğal oluşumlu pek çok izotopu belirlendi.

İzotopların atomik tanımının yapılması ise

Aşağıda: **Doğal olarak oluşan radyoaktif izotoplar. Uranyumun altı izotopu vardır ama en yaygını ^{238}U'dur.**

İzotop	Yarılanma Ömrü (aksi belirtilmedikçe yıl olarak)
^{3}H	12.32
^{14}C	5730
^{50}V	$>3.9 \times 10^{17}$
^{87}Rb	4.88×10^{10}
^{90}Sr	29
^{115}In	4.4×10^{14}
^{123}Te	1.3×10^{13}
^{130}Te	2.5×10^{21}
^{131}I	8040 gün
^{137}Cs	30.13
^{138}La	1.06×10^{11}
^{144}Nd	2.1×10^{15}
^{147}Sm	1.06×10^{11}
^{148}Sm	7×10^{15}

İzotop	Yarılanma Ömrü (aksi belirtilmedikçe yıl olarak)
^{149}Sm	10^{16}
^{176}Lu	3.8×10^{10}
^{187}Re	4.2×10^{10}
^{186}Os	2×10^{15}
^{222}Rn	3.823 days
^{226}Ra	1,599
^{230}Th	7.54×10^{4}
^{232}Th	1.4×10^{10}
^{232}U	68.9
^{234}U	2.45×10^{5}
^{235}U	7.04×10^{8}
^{236}U	2.34×10^{7}
^{237}U	6.75 gün
^{238}U	4.46×10^{9}



Solda: **Radyoaktif bozunma. Doğal oluşumlu karbon-14'ün (14C) tablosunda görüldüğü gibi, bozulma lineer değil, üsteldir. Bu izotopun yarılanma ömrü 5730 yıl, yani neredeyse medeniyeti kapsayan bir dönemdir. Arkeolojideki karbon tarihleme yönteminin büyük yararı da bu noktada devreye girer.**

Doz	İlk belirtiler	Gizli evre	Hastalık evresi	Sonuç
0.1–0.5	Hafif bulantı	Günler ile haftalar	Kan hücre sayısında hafif azalma.	Hemen hemen kesin kurtuluş
1.0–2.0	Hafif ile orta derecede bulantı, radyasyona maruz kalmadan sonraki 3-6 saat içinde, bir güne kadar uzayabilen olası kusma..	10-14 gün	İştah kaybı, halsizlik, kan hücre sayısında azalma.	Yüzde 90'lık hayatta kalma olasılığı.
2.0–3.5	Radyasyona maruz kalmadan sonraki 1-6 saat içinde, iki güne kadar uzayabilen bulantı ve olası kusma.	7–14 gün	Saç dökülmesi, orta ila şiddetli kemik iliği hasarı, yüksek enfeksiyon riski.	Yüzde 35-40 ölümcüllük oranı.
3.5–5.5	Yarım saat içinde, iki güne kadar uzayabilen bulantı ve kusma.	7–14 gün	Saç dökülmesi, iç kanama, yüksek kanama ve enfeksiyon riski içeren şiddetli kemik iliği hasarı, hafif gastrointestinal hasar.	6 hafta içinde yüzde 50 ölümcüllük oranı.
5.5–7.5	Yarım saat içinde, 2 güne kadar uzayabilen aşırı bulantı ve kusma.	5–10 gün	Saç dökülmesi, iç kanama, kan sisteminin tam çöküşüne yol açan şiddetli kemik iliği hasarı, yüksek enfeksiyon riski, orta dereceli gastrointestinal hasar.	3 hafta içinde olası ölüm.
7.5–10	Dakikalar içinde aşırı şiddetli bulantı, kusma ve halsizlik.	5–7 gün	Şiddetli gastrointestinal ve kemik iliği hasarı.	3 hafta içinde hemen hemen kesin ölüm. Tam iyileşme olanaksız.
10–20	Ani, aşırı bulantı, kusma ve halsizlik.	5–7 gün	Şiddetli gastrointestinal, kemik iliği ve akciğer hasarı. Bilişsel işlevsizlik.	5-12 gün içinde kesin ölüm.
20+	Koma.	Yok	Saatler içinde kesin ölüm.	Kesin ölüm.

Ölümcül radyoaktif dozlar. Dozlar, radyasyon kaynaklı kanser çalışması yapan radyobiyolog Louis Gray'e atfen, *gray* birimi ile ölçülür.

biraz daha uzun sürdü. Öncelikle, büyük ve pozitif yüklü protonlarıyla yoğun çekirdeği keşfeden Ernest Rutherford, radyoaktif bozunmayı alfa, beta ve gama ışını olarak sınıflandırdı. Rutherford bu ışınları büyük kütleli nükleer parçacıkların (alfa), düşük kütleli elektronların (beta) ve yüksek enerji dalgalarının (gama) yayımları olarak tanımladı. Daha sonra, Rutherford'a bağlı olarak çalışan Niels Bohr, negatif yüklü elektronların, pozitif yüklü çekirdek etrafında tıpkı Güneş yörüngesinde dönen gezegenler gibi döndükleri "Güneş Sistemi" atom modelini ortaya koydu. Buradaki yörüngeler, kuantum teorisine göre işliyordu. Son olarak 1932'de James Chadwick, protonla hemen hemen aynı kütleye sahip, yüksüz bir nükleer parçacık olan nötronu keşfetti.

Varılan yeni anlayışla izotoplar şöyle açıklanıyordu: Her kimyasal elementin, çekirdekteki proton sayısına karşılık gelen bir *atom numarası* vardır. Bu sayı -uranyumda 92'dir- bir atomu, örneğin, uranyum olarak tanımlar. Ama elementlerin, çekirdekteki nötronların sayısına bağlı olarak değişiklik gösteren bir de atom ağırlıkları vardır. Buna göre, ^{238}U'nun çekirdeğinde 92 protonu ve 146 nötronu varken (92+146=238), ^{235}U'nun 143 nötronu vardır.

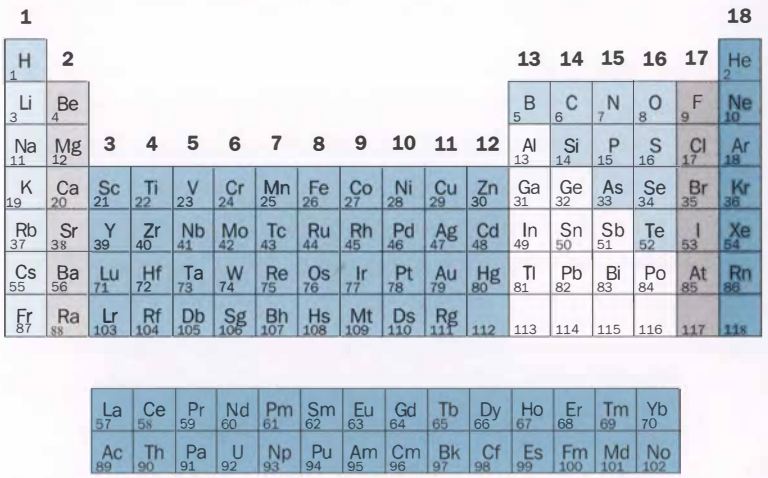
Radyoaktivitenin belki de en önemli ölçüsü izotopun *yarılanma ömrü*dür. Bu terim bir numunenin bozunarak, orijinal miktarının yarısına ne kadar zamanda geleceğini ifade eder. Radyoaktif yarılanma ömrü, insan ömrüne benzemez. Yarılanma ömrü zaman içinde azalma göstermez. Örneğin, bir karbon-14 (14C), bugünden 5730 sene sonra da, ondan sonraki 5730 senede de (yani 11,460 yıl sonra) aynı yarılanma ömrüne sahip olacaktır ama tabii ki numunenin boyutu önce yarısı, sonra da dörtte birine kadar azalacaktır.

Periyodik Tablo

Kimyanın en şaşırtıcı yönü, farklı elementler, onların bileşimleri ve bileşimlerin tepkileri arasındaki ilk bakışta ilintisiz gibi görünen gerçeklerin bolluğudur. Periyodik tablo, insan hafızasını zorlayan bu durumu az da olsa kolaylaştırır. Ama tablo bundan çok daha fazlasını yaparak, elementlerin atom yapılarını, gözlemlenen kimyasal davranışlarıyla ilişkilendirir. Örneğin, neden sodyum (Na) ve potasyum (K) gibi alkali metallerin oldukça reaktif, altın (Au) gibi bazı metallerinse daha az reaktif olduğuna; veya son sütundaki elementlerin, yani neon (Ne) ve argon (Ar) gibi gazların, atıl ya da asal gaz denecek kadar az reaktif olduklarına açıklık getirir. Peter Atkins'in, periyodik tabloda metaforik bir tura çıktığı *Periyodik Krallık* isimli kitabında belirttiği gibi, "Krallık, karmakarışık bölgelerden oluşan biçimsiz bir yer değil, her bölge sakini, komşu bölgenin sakinine yakın olacak şekilde, güzelce organize edilmiş bir yerdir."

İlk periyodik tabloyu 1869'da Dimitri Mendeleev, atom ağırlıklarına göre düzenledi. Ona göre atom ağırlığı elementin en hayati özelliğiydi. Bilinen 61 elementi ele alan Mendeleev -anlatılana göre bir kimya kitabı yazarken daldığı uykuda gördüğü rüyaya dayanarak- sezgilerine göre, zaman içinde keşfedilebilecek yeni elementleri düşünerek tablonun bazı yerlerini boş bıraktı.

Modern periyodik tabloda (sağda) 100'ün üzerinde element yer alır ve elementler atom ağırlıklarına değil, atom numaralarına göre sıralanır. Tablo atom numarası 1 olan hidrojenle başlar ve atom numarası 90 olan toryumun başı çektiği kararsız ve radyoaktif elementlerle sonlanır. Atom numarası (çekirdekteki protonların sayısı) yüksüz bir atomda aynı zamanda elektronların da sayısıdır. Elektron yapısı elementin temel kimyasal özelliklerini belirler çünkü kimyasal tepkimelerde rol oynayan genelde yoğun çekirdek değil, çekirdek etrafında dönen elektronlardır. Elektronların protonlarla bağı ne kadar güçlüyse, elementin tepkime özelliği o kadar düşük olur, bunun tersi de geçerlidir. Kuantum teorisi elektron yapısını ayrıntısıyla açıklar. Ancak, en basit şekliyle elektronların, çekirdeğin etrafındaki "kabukları", kabuğun tipine bağlı olarak, mümkün olan en yüksek sayıda doldurduklarını hayal edebiliriz. Neon (Ne) gibi asal gazların, başka hiçbir elektrona izin vermeyen dolu bir dış kabuğu vardır. Sodyum (Na) gibi alkali metallerin ise dış kabuklarında bir tane serbest elektronları vardır ve bu elektron tepkime sırasında kolayca oradan ayrılabilir (iyonize olur). Dolayısıyla, Ne'nin atom numarası 10 ve Na'nın da ondan sonraki en büyük numara olan 11'dir. Ne ve Na komşu değildir ama masanın iki ucunda, sırasıyla Grup 18 ve 1'de yer alırlar.



Kimyasal elementlerin periyodik tablosu. Elementin numarası onun atom numarası, yani çekirdeğinde yer alan protonların sayısıdır. Röntgenyumun (Rg) ötesindeki bazı süper ağır elementler gözlemlenmiş ama henüz resmen adlandırılmamıştır. Gruplar 1-18 arasında isimlendirilir.

İyonlar ve Valans



Suyun moleküler formülünün H_2O, tuz/sodyum kloridinkinin ise NaCl olduğunu hemen herkes bilir. Küresel ısınmanın ortaya çıkışından bu yana ise çoğumuz karbondioksitin CO_2 biçiminde yazıldığını öğrendik. Kimyasal elementler birbirleriyle, elemente bağlı olarak çeşitlilik gösteren sabit oranlarda birleşirler. Örneğin, oksijenin 1 atomu, hidrojenin 2 atomuyla birleşerek suyu oluşturur, öte yandan karbondioksitin oluşması için her bir karbon atomu için 2 oksijen atomu gerekir. Daha az bilinen örneklere göz atacak olursak; kostik soda/sodyum hidroksitte (NaOH) oksijen bir sodyum atomu, bir de hidrojen atomuyla birleşir, sülfürik asitte (H_2SO_4) 4 oksijen atomu 1 sülfür atomu ve 2 hidrojen atomuyla birleşir. Elbette, DNA gibi (deoksiribonükleik asit) yaşayan sistemlerdeki moleküllerin büyük bir çoğunluğu bu basit moleküllerden çok daha karmaşık yapılara sahiptir. Ancak, aynı kimyasal kombinasyon prensipleri onlar için de geçerli.

Kimyasal birleşme süreci atomlar arasında elektron paylaşımını içerir. Uç örneklerden birinde bir (veya birden fazla) elektron, atomdan neredeyse tamamen ayrılarak başka bir atom tarafından alınır ve iyonik bağ oluşur; bir diğer uç örnekte ise elektron, birbirine bağlı atomlar tarafından eşit şekilde paylaşılır ve kovalent bağ oluşur. İyonlaşma sırasında elektron kaybı olduğunda atom pozitif yüklü iyona, yani (Yunancada "aşağı," anlamına gelen) *katyona* dönüşür, elektronu alan atom ise (Yunancada "yukarı," anlamına gelen) negatif yüklü *anyona* dönüşür. NaCl iyonik bir bileşimdir, dolayısıyla klorin anyonla birleşmiş sodyum katyon, yani Na^+Cl^- biçiminde ifade edilebilir. Öte yandan H_2O temel itibarıyla kovalenttir; her hidrojen atomundan birer olmak üzere 2 elektron, oksijen atomuna bağlanmak yerine oksijen atomu tarafından paylaşılır. (Aslında su zayıf iyonize olur. Bkz. sayfa 91.)

İyonlaşma *valans* kavramını doğurur. Philip Ball *The Elements*'ta [Elementler] valansı şöyle açıklar; "Her elementin birleşme eğilimidir ve atomlarının "boşa çıkarabilecek" kaç elektronu olduğuna bağlıdır." Valans bir kimyasal bileşimdeki sabit oranları ifade eder. NaCl'de Na ve Cl'nin her birinin valansı 1'dir; H_2O'da, H'nin valansı 1, oksijenin 2'dir; CO_2'de ise C'nin valansı 4, oksijenin valansı 2'dir. Bazı elementler birleştikleri atomlara bağlı olarak birkaç valansa sahip olabilir; CO, yani karbonmonoksitte C'nin valansı 2'dir, demir (Fe) farklı bileşimlerde 2 ve 3 gibi valanslara sahip olur, fosforun (P) valansları ise 3 ve 5'tir. Bu valans çeşitliliğinin nedeni, kimi elementlerin, diğerlerine kıyasla "boşa çıkmış" elektronları koparmakta daha güçlü olmalarıdır.



Yukarıda: **Bildiğimiz tuzun, yani sodyum kloridin yapısı. Yukarıdaki şekil sodyum katyonları (küçük küreler) ve klorid anyonlarından (büyük küreler) oluşan gerçek yapıyı gösteriyor. Yapının ayrıntılı çiziminde de görüldüğü gibi, her katyon altı anyonla temas içinde, aynı şekilde bunun tersi de geçerli. Fotoğrafta ise (sol üstte) tuz kristalinin kendine özgü kübik yapısı görülüyor.**

Kimyasal Konsantrasyon

16. yüzyıl hekim ve simyacısı Paraselsus, "Zehir dozdadır" diyordu. Diğer bir deyişle zehirliliğin bir kimyasalın konsantrasyonuna bağlı olduğunu söylüyordu. "Aşırıya kaçıldığında, su bile zehirlidir. Bir pikogram düzeyinde [10^{-12} g] olduğu sürece ise ölümcül sinir gazları bile zararsızdır." Bu sözler de, 1957'de elektron yakalama dedektörünü (ECD) icat eden, çevreci ve kimyacı James Lovelock'a ait. Dedektörün ilk tespiti, tarım ilacı DDT ve kloroflorokarbonlar (CFC'ler) gibi çevre kirleticilerin küresel yayılımıydı. Lovelock ayrıca ECD'yi kullanan pek çok bilimcinin elde ettiği bilimsel kanıtlarla da desteklenen önemli Gaia teorisini geliştirdi.

Medyada konsantrasyon genellikle milyonda parça (ppm) veya milyarda parça (ppb) biçiminde ifade edilir. Örneğin, atmosferik karbondioksit konsantrasyonu, 2005'te 381 ppm'ydi (endüstri devriminden önce bu değer 275 ppm'ydi). Alkol sözkonusu olduğunda konsantrasyon hacim başına alkol yüzdesi biçiminde belirtilir. Buna göre şarap genellikle hacim başına yüzde 11-15, sert içkiler ise yüzde 40 ve üzerinde alkol içerir. Polen konsantrasyonunda kamuya duyurulan polen sayısı ise, bir kübik metre havanın içerdiği polen tanelerinin sayısını ifade eder. Bir diğer konsantrasyon örneği de yakıttaki oktandır. Anti-vuruntu derecelemesi diye de bilinir. ("Vuruntu" motorun erken yakıt ateşlemesinden kaynaklanan gürültülü arızasını ifade eder.) Benzinin derecelemesi, tek silindirli, dört zamanlı, kıvılcım ateşlemeli motorlardaki performansının, iki referans yakıtın harmanıyla karşılaştırılması sonucu elde edilir: Vuruntuya dirençli hidrokarbon izooktan ve vuruntuyu meydana getiren hidrokarbon heptan. Teste tabi tutulan yakıt ile referans harmanın performansı uyum sağladığında, yakıtın oktan numarası, izooktanın, referans izooktan-heptan karışımı içindeki hacimsel yüzdesine karşılık gelir. Oktan numarası ne kadar büyükse, yakıtın vuruntusu o kadar düşüktür (ve yakıt o derece pahalıdır).

Bilimciler genelde konsantrasyonu, sıvı veya gaz çözücünün içinde çözünen maddenin miktarını temel alarak, farklı bazı birimlerle de ölçerler. En yaygın kullanılanları şunlardır: Çözücünün birim hacmine düşen madde miktarı, ve çözücünün birim kitlesine düşen madde miktarı. Madde miktarı (SI sisteminde) molle ölçüldüğü için bilimsel konsantrasyon birimleri genellikle litre başına mol veya kilogram başına mol biçimindedir. Maddenin miktarı mevcut temel birimlerin (atomlar, moleküller, iyonlar, elektronlar vb.) sayısına bağlıdır. *Bir moldeki temel birimlerin sayısı tüm maddelerde aynıdır.* Dolayısıyla mol, karbonun en yaygın izotopu olan karbon-12'nin 12 gramındaki atomlar kadar temel birimleri içeren madde miktarına eşit olacak şekilde belirlenmiştir. Bir moldeki birimlerin sayısı, Avogadro sayısı diye bilinir. Bu isim, daha sonra mol diye anılacak olan kavramı ilk kez takdir eden fizikçi Amedeo Avogadro'dan gelir. Deneysel olarak belirlenen ve $6x10^{23}$'ün biraz üzerinde olan Avogadro sayısı oldukça büyüktür.



Yukarıda: **1957'de James Lovelock tarafından icat edilen elektron yakalama dedektörü. Dedektörün çok düşük konsantrasyonlardaki kimyasalları ölçme kapasitesi 1990'larda büyük çevre ödülleriyle birlikte benimsendi. Lovelock'ın kendisi dedektörü şöyle tanımlıyordu: "Var olan en hassas, en kolay taşınır ve uygun fiyatlı analitik cihaz." Lovelock cihazın keskin duyarlılığına şu örneği veriyor: "Japonya'da bir yerde, nadide bir perflorokarbon sıvısıyla dolu bir şarap şişeniz olduğunu ve sıvıyı bir battaniye üzerine döktükten sonra kendi kendine kurumaya bıraktığınızı hayal edin. Biz size küçük bir çabayla, o battaniyeden buharlaşarak havaya karışan sıvıyı birkaç hafta sonra burada Devon'da (Lovelock'un İngiltere'deki evi) tespit edebiliriz. İki yıl içinde ise ECD ile dünyanın her yerinde tespit edilebilir hale gelir."**

Asitlik ve Bazlık

Topraktaki nemin asitlik veya bazlığı, toprağın tarımsal açıdan belki de en önemli niteliğidir çünkü yetişecek bitki ve üreyecek bakterileri bu nitelik belirler. Özellikle de gıda mahsulleri nötr veya hafif derecede asitli toprağı tercih eder.

Ortancanın (*Hydrangea macrophylla*) ilginç bir özelliği, çiçeklerinin asitlik ve bazlığa göre renk değiştirmesidir. Bu da akla iyi bilinen asitlik ve bazlık testi litmusu getirir, ama litmustaki renkler ortancanın tam tersidir. Litmus belli bazı likenlerden elde edilen ve suda çözünebilen bir boyadır. Litmus boyasına batırılmış litmus kağıdı ise asitli koşullarda kırmızıya, nötr koşullarda mora ve bazlı koşullarda maviye döner. Renk değişimi ise (25°C'de) 4.5-8.3 olan pH aralığı içinde gerçekleşir. Sentetik kimyasallar içeren ve "evrensel gösterge" diye anılan çözelti, litmustan daha geniş bir pH aralığını ve kırmızıdan (çok asidik) turuncu/sarıya (asidik), yeşilden (nötr) maviye (bazik) ve mora (çok bazik) dek görünür tayfın tüm aralığını kapsar.

pH kavramı Søren Sorensen tarafından 1909'da geliştirildi. Ne var ki terimin kökenine ilişkin bilgi kesin değil. Terim şimdiye dek Latincedeki *pondus hydrogenii*, Fransızcadaki *pouvoir hydrgène* ve İngilizcedeki "hydrogen power [hidrojen gücü]", "power of hydrogen [hidrojenin gücü]" ve "potential of hydrogen [hidrojen potansiyeli]" sözcüklerine atfedildi. Kökeni ne olursa olsun pH, çözelti içindeki hidrojen iyonları konsantrasyonunun (H+) bir göstergesidir. H_2O'nun hafif derecede H+ ve OH^- iyonlarına ayrışmasından kaynaklanan çok düşük bir hidrojen iyonları konsantrasyonu içerdiği için (litre başına 10^{-7} mol) damıtılmış suyun bile pH değeri 7.0'dır. Çözünmüş mineraller içeren pek çok içme suyu numunesinin aksine, damıtılmış su nötr, yani ne asidik ne de alkali olarak kabul edilir. Hidrojen iyonu konsantrasyonu ne denli yüksek olursa, pH o kadar düşük olur çünkü pH hidrojen iyon konsantrasyonunun *eksi* logaritmasına eşittir (damıtılmış su için $-\log 10^{-7} = 7.0$). Logaritmik ölçekte pH 3'ten pH 2'ye doğru bir kayma, hidrojen iyon konsantrasyonunda 10 katlık artışı belirtir. (Daha ayrıntılı söylemek gerekirse, pH değeri hidrojen iyon "aktivitesine" bağlıdır ki, bu fonksiyonun da konsantrasyon dahil pek çok değişkeni vardır.)

Madde	pH
Asit maden suyu	-3.6-1.0
Batarya asidi	-0.5
Mide asidi	1.5–2.0
Kola	2.5
Sirke	2.4–3.4
Portakal ve elma suyu	3-4
Bira	4.5
Asit yağmuru	<5.0
Kahve	5.0
Çay	5.5
Sağlıklı cilt	5.5
Normal yağmur	5.6
Süt	6.5
İçme suyu	6.5–8
Damıtılmış su	7.0
Sağlıklı insan salyası	7.4
Kan	7.4
Deniz suyu	7.4–8.2
El sabunu	9–10
Çamaşır suyu	12.5
Kül suyu	13.5





Yukarıda: **pH duyarlı bir bitki. Ortanca toprağının asitli ve bazlı olmasına bağlı olarak renk değiştirir. Asitli toprakta mavi (pH < 6.0), nötr veya bazlı toprakta (pH > 6.8) pembe renk alır.**

Solda: **Yaygın bazı maddelerin pH değerleri. Her ne kadar pH değeri, damıtılmış düzeyinden 0.1 birim kadar düşük olsa da, okyanuslarda zayıf asit üreten çözünmüş karbondioksit bolluğu nedeniyle deniz suyunun doğal olarak bazik olduğunu unutmamak gerekir. Okyanusun fazla asitlenmesi mercan gibi organizmaların yaşamını tehdit eder.**

Hacim ve Basınç

Biz göremesek de, gazlar basınç uygular. Bunun bilinen örnekleri arasında balonlar ve bisiklet lastikleri sayılabilir. Şişirilmiş bir balonu sıkarsak, yani hacmini azaltırsak, baskıya direnen görünmez havanın basıncını hissedebiliriz. Hissedemediğimiz ama kanıtını kolayca görebildiğimiz bu duruma bir diğer örnek de, barometrenin ölçtüğü atmosferik basınçtır (bkz. sayfa 73). Deniz seviyesinde atmosfer yaklaşık 101,325 pascallık (metre başına düşen newton) bir ortalama basınçla baskı uygular.

Sıvıların da basıncı vardır ama sıvılar gazlara kıyasla çok daha az sıkıştırılabilir niteliktedir. Tıpkı dalgıç ve denizaltıların üstündeki su basıncı gibi, Brown hareketi de (bkz. sayfa 83-4) bunu gözler önüne serer. Suyun altına indirilen bir cisme uygulanan basınç, yüzey altına doğru her metreyle birlikte yaklaşık 10,000 Pa oranında, hızla artar. 10 metrelik derinlikte basınç, yüzeye kıyasla iki katına çıkarak 2 atmosfere ulaşır. 1400 metre derinlikte ise basınç 140 atmosfere, yani 1.4 x 108 Pa'ya erişir, diğer bir deyişle inç başına yaklaşık bir ton.

Basınç ile gazın hacmi arasındaki ilişkiyi ilk kez araştıran 17. yüzyıl bilimcisi Robert Boyle,



havanın alt katmanlarını bir dizi süngerle, yani esnek yapılarla karşılaştırdı. Bunlar havanın daha üst katmanlarının ağırlığıyla sıkıştırılıyordu. Boyle bulgularını 1660'ta, *The Spring of Air* [Havanın Esnekliği] adlı kitabında derledi ve bu kitapla birlikte elastik sözcüğü, şimdiki anlamını kazandı. İki yıl sonra, asistanı Robert Hooke'un tasarladığı hava pompasıyla yaptığı deneylerin ardından Boyle, kitabın gözden geçirilmiş baskısını yayımladı. Bu baskıda okullardaki fizik derslerinde öğretilen ve Boyle'un bilime bilinen en büyük katkısı olan yasa da yer alıyordu. Boyle yasasına göre sabit miktardaki bir gazın hacim ve basıncı, sabit sıcaklık altında ters orantılıydı. Bir balonun hacmi sıkıştırılarak yarıya indirildiğinde, hava basıncı hemen hemen iki katına çıkar. (Ancak, balonun hacmi içindeki havanın bir kısmının dışarı salınmasıyla yarıya indirilirse, o zaman elbette basınç düşer.)

Gerçek gazlar sözkonusu olduğunda, yalnız çok düşük basınçlarda Boyle yasası aynen geçerlidir. Böyle bir basınç altında molekül konsantrasyonu öyle düşüktür ki, moleküller gaz hacmine kıyasla ihmal edilebilir bir hacim işgal ederler. Daha yüksek basınçta ise -tıpkı kalabalık bir partide, küçük bir odadaki insanlar gibi- moleküller normal davranışlarından sapmak zorunda kalırlar. Bilimde önemli bir kavram olan *ideal gaz*, Boyle'un yasasına tamı tamına uyan ve buna ek olarak, doldurduğu hacimden bağımsız bir iç enerjisi olan gaz biçiminde tanımlanır. Gaz moleküllerinin kinetik teorisine göre bu tanımın anlamı, bir ideal gazın gözardı edilebilir ölçüde moleküllerarası çekime sahip olduğudur.



Kraliyet Akademisi'nin kurucularından Robert Boyle (1627-91). Boyle gazların hacmi ve basıncına ilişkin, kendi adıyla anılan yasasıyla ünlendi. Fizik alanında başka birçok keşifleri olduysa da Boyle, daha çok kimyayla ilgiliydi. Kimya alanında "Görünümü simyadan kimyaya dönüştürme konusunda önemli rol oynayan" biriydi (*The Hutchinson Dictionary of Sicentific Biography* [Hutchinson Bilimsel Biyografi Sözlüğü]). Solda görülen **ve Boyle ile asistanı Robert Hooke'un çalışmalarının anısına yapılan plaka, Oxford, University College'ın duvarında asılı. 19. yüzyıl bilgini Thomas Young, bu ikili hakkında 1807'de şunları yazmıştı: "Normalde yüzyılın haklı gururu olması gereken Boyle ve Hooke, Newton'un zaferlerinin mütevazı öncüleri görevini gördüler."**

Soldaki plakada yer alan yazı: **Bu bölgedeki bir evde 1655-1668 arasında ROBERT BOYLE yaşadı. Burada BOYLE YASASI'nı keşfetti ve asistanı ROBERT HOOKE'un geliştirdiği bir HAVA POMPASIYLA deneyler yaptı. Bir MİKROSKOP yapan ve böylece CANLI HÜCRE'yi ilk keşfeden mucit bilimci ve mimar.**

Sıcaklık ve Enerji

Sıcaklık 18. yüzyılda Fahrenheit ve Celcius ölçekleriyle ölçülmeye başlandığında ısı ile arasındaki bilimsel ilişki bilinmiyordu. Çok geçmeden teorisi Sadi Carnot tarafından geliştirilen buhar makinesi, James Watt tarafından icat edildi. Kelvin ise mutlak sıfır kavramını ileri sürdü (bkz. sayfa 72). 19. yüzyılın ikinci yarısında ısı ve sıcaklığın kinetik teorisi ve termodinamik yasaları formülleştirildi. Sözkonusu yasalar iyi bilinen kimi gözlemleri açıklıyordu: Sıcak bir fincan kahvenin kendi kendine soğuması, tuz kristalinin suda kendi kendine çözünmesi ama asla yeniden "birleşmemesi" ve hiçbir makinenin yakıt enerjisini, mekanik karşılığı olan "iş"e, yüzde yüz verimlilikle dönüştürememesi gibi.

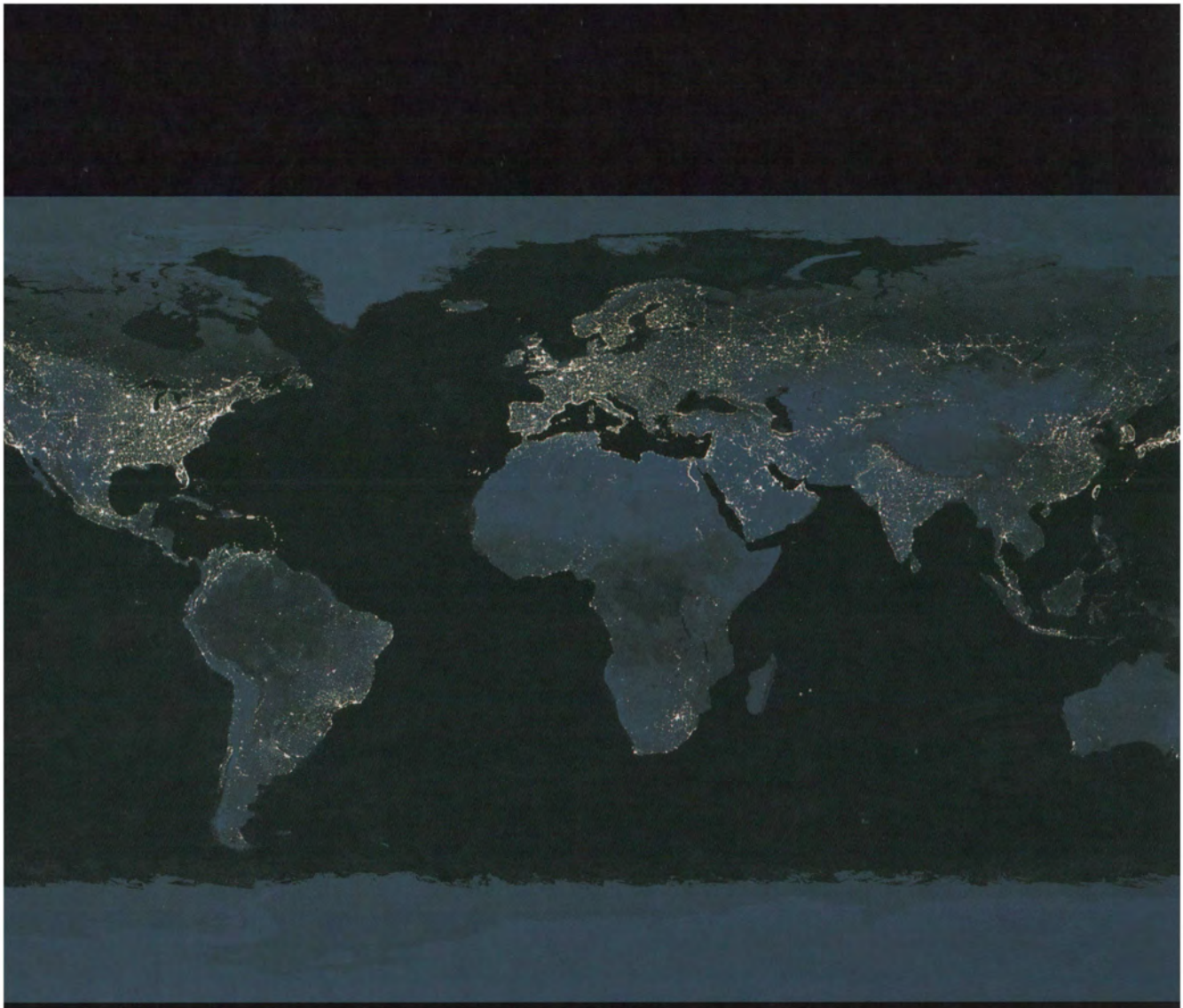
Birinci yasa temelde, ısı ile işin denk olduğunu ve enerji korunumu ilkesinin, kapalı sistemler için geçerli olduğunu dile getirir. İkinci -ve en çok bilinen- yasa, ısının soğuk bir cisimden sıcak bir cisme kendiliğinden geçmediğini söyler veya kapalı bir sistemin içindeki enerjinin kaçınılmaz olarak en olası biçime, örneğin, düzensizliğe göre dağılacağını ifade eder. Üçüncü yasa ise bir sistemin sıcaklığının, sonlu sayıdaki operasyonla mutlak sıfıra indirilemeyeceğini belirtir. Diğer bir deyişle: "*1. Yasa:* Isı işe dönüştürülebilir. *2. Yasa:* Bu tamamen ancak mutlak sıfırda olur. *3. Yasa:* Mutlak sıfıra ise ulaşılamaz.!" Peter Atkins'in *The 2nd Law*'da [İkinci Yasa] yer alan "alaycı özet"i.

Sıcaklık ve enerji elle tutulamayan kavramlardır. Tek bir atom ya da molekülün sıcaklığı olamaz, ama kümenin olabilir. O durumda bile sıcaklık doğrudan ölçülemez, dolaylı olarak ölçülmesi gerekir; örneğin, cıva dolu bir sütunun yüksekliğiyle. Termometre içindeki cıvanın çevresel hava "sıcaklığında" olduğunu söylediğimizde asıl kastettiğimiz şey, cıva atomlarının ortalama enerjisinin, tüm hava moleküllerinin ortalama kinetik enerjisinden ne büyük ne de küçük olduğudur.

Julle ölçülen enerji ise bir madde değil, matematiksel bir soyutlamadır; "saf enerji" diye bir şeyden söz etmenin fiziksel hiçbir anlamı yoktur. Enerjinin kinetik, elektrik ve yerçekimi türleri vardır. Enerji bu anlamda ilk kez 1807'de, Thomas Young tarafından tanımlandı: "Bir cismin dikey olarak yükselebileceği yükseklik, hızının karesine denk olduğundan, cisim hızının karesine eşit olan bir yüksekliğe yükselme eğilimini koruyacaktır. Aynı görüş enerji terimiyle çok da kısa ve öz biçimde ifade edilebilir." Dolayısıyla bir arabanın durma mesafesi, hızıyla değil, hızının karesiyle, yani kinetik enerjisiyle orantılıdır.



İlk kullanışlı ve verimli buhar makinesinin mucidi, James Watt (1736-1819). Watt'ın 1769'da üretilen ilk buharlı makinesi, Thomas Newcomen'in tasarımı üzerinden geliştirilmiş, tasarıma ayrı bir buhar yoğuşturucusu eklenmişti. Bu sayede yoğuşturucu soğuk tutulurken, piston da sıcak tutulabiliyordu. Watt ayrıca atların çalışabildikleri oranları ölçerek, motor gücü ölçümünde kullanılmak üzere beygirgücü birimini geliştirdi. Bugünkü SI sisteminde güç birimine watt denir. 1 watt, 1 saniyede 1 julluk işin yapılmasıyla ortaya çıkan güçtür, veya 1 saniyede oluşan eşit miktardaki ısı aktarımıdır. 1 beygirgücü ise 745.7 watt'a eşittir.



Modern medeniyetin enerjisi. Dünyanın gece çekilen uydu fotoğrafından oluşturulan bu semavi görüntü, dünyanın belli başlı kent kümelerinin elektrik aydınlatma gücünü gözler önüne seriyor.

Kütle ve Standart Kilogram

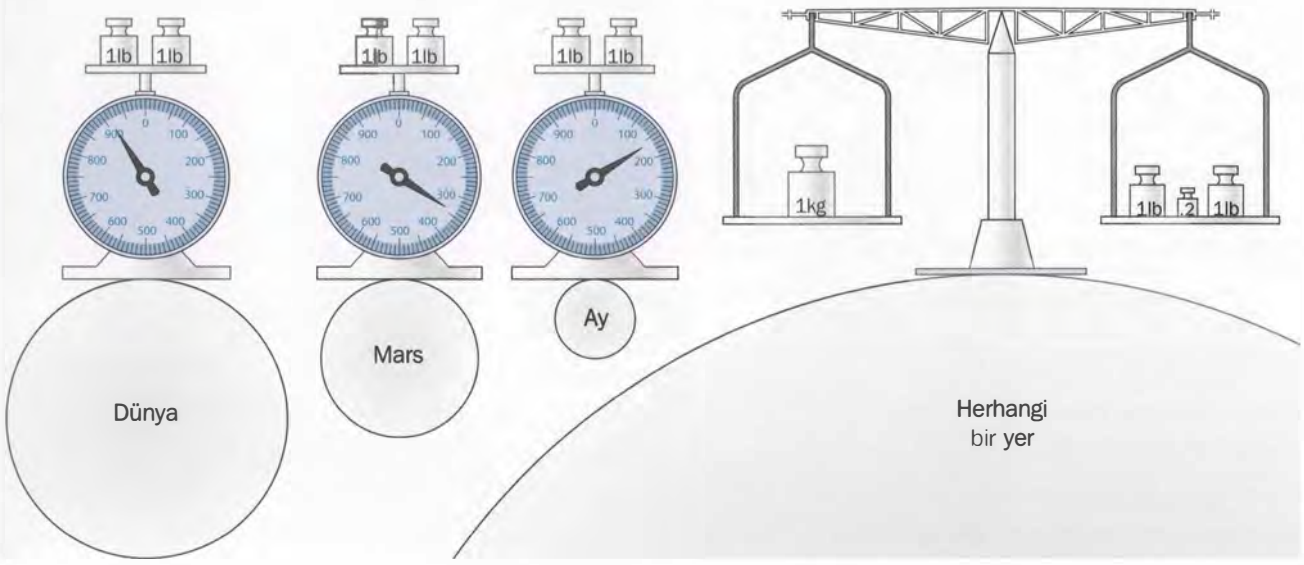
Gerçek uzay aracı çekimlerinin yanısıra, *Apollo 13* gibi uzay filmlerinde de astronotları ve eşyalarını sıfır veya sıfıra yakın yerçekimi ortamında havada süzülürken görebiliriz. Ağırlıkları yoktur ama elbette *kütleleri* -yani, madde miktarları- Yerküre üstündeki kütlelerine oranla hiçbir şekilde değişmemiştir. Uzay aracı motorlarının durdurulmasıyla oluşan cisimlerin bu serbest düşüşü, dünya üstünde birbirinin eşiti gibi yaklaştığımız kütle ile ağırlığın yakın ilişkilerine karşın, aynı şey olmadıklarını gösteriyor.

Konunun özü aşağıdaki şemada görülüyor. Yerküre üstünde 1 kilogram, tam olarak 2.2 paunda karşılık gelir. Sol kefedeki 1 kg ile sağdaki 2 lb Yerküre üstünde dengede durur. Aslında kefeler Ay'da, Mars'ta ve derin uzayda, hatta evrenin her yerinde dengede durur, çünkü kütleçekim her kefedeki kütle üzerinde eşit etki yaratır. Ama 2 lb'lik kütleyi alıp, yaylı terazi üstüne yerleştirirsek, gram olarak karşılığı Dünya'da, Mars'ta ve Ay'da farklı olacaktır; Mars'ta Dünya'dakinden az, Ay'da ise bundan da azdır (Dünya'dakinin yaklaşık 1/6'sı) çünkü kütleçekim artık yalnızca 2 lb üzerinde etkilidir ve kütlesel çekim (gökcisminin kütlesi ve çapına bağlı olarak) Dünya, Mars ve Ay arasında hayli değişiklik gösterir.

Yedi temel SI birimi içinde -metre, kilogram, saniye, amper, kelvin, mol ve kandela- kilogram, doğada karşılığı olmayan ve insan yapımı bir cisimle tanımlanan tek birimdir. İngiltere Ulusal Fizik Laboratuvarı'nda çalışan Ian Robinson, "Paris taşrasındaki bir mahzende, platin ve iridyumdan yapılma küçük bir silindir var ve eşsiz özelliği dolayısıyla kütlesi ne artar ne de azalır" diyor, *Physics World* adlı dergide. "Ne var ki sözkonusu özellik, silindirin yeni fiziğin bir ürünü olmasından kaynaklanmıyor çünkü cisim 100 yaşından büyük. Silindirin eşsiz özelliği, uluslararası kilogram prototipini oluşturmasından ileri geliyor." Sevr'deki



Saklama ünitesi içinde Kanada standart kilogramı. Platin ve iridyumdan yapılma bu cisim, Paris yakınlarındaki Sevr'de yer alan Uluslararası Ağırlık ve Ölçüler Bürosu'nda saklı olan uluslararası kilogram prototipinden üretilmiş.



Kütle ile ağırlık arasındaki fark. (Açıklama için bkz. yandaki metin.)



silindir -atmosferik kir birikimi veya temizleme kaynaklı aşınma ile- 1880'lerden bu yana gerçekte ne kadar değişmiş olursa olsun, kütlesi halen tanım itibarıyla tam olarak 1 kg. Düşünülecek olursa, 1889'da ulusal standartlar enstitüleri için üretilen 40 kopyanın her birinin kütlesi de farklı şekillerde az da olsa değişmiş olmalı. Gerçi bu kopyalar 1 mikrogramdan (10^{-9} kg) iyi bir doğruluk oranıyla Sevr standardıyla karşılaştırılabilir. Ancak, referans standarttaki bilinmeyen değişiklikler de göz önüne alınacak olursa, bu oran yine yetersiz kalır. İşte Sevr silindirini, evrensel olarak doğrulanabilir bir standartla değiştirme yolundaki mevcut bilimsel girişimler de bu durumdan kaynaklanıyor.

Bu konuda iki temel yaklaşım izleniyor: Atomları saymak ve kilogramı Avogadro'nun adıyla anılan temel sabitle tanımlamak (bkz. sayfa 90) veya bir elektrikli kilogram üreterek, onu Planck'ın adıyla anılan temel sabitle tanımlamak. Sözkonusu her iki sabitin de doğruluk oranı oldukça yüksektir.

Atom sayma yaklaşımına göre, eğer bir numunedeki her atom sayılabilirse, numunenin kütlesini belirlemek için elde edilen toplam sayı, belli bir atomun kütlesiyle çarpılabilir. Pratikte bu henüz mümkün değil, ayrıca sayma işleminin de kristal bir filtrenin kusursuzlaştırılmasıyla dolaylı olarak gerçekleştirilmesi gerekiyor. Bunun içinse büyük bir silikon küre kullanılıyor ve kürenin çapı lazer girişim ölçerle ölçülüyor (bkz. sayfa 77). Ne var ki silikonun içindeki doğal izotoplar şimdiye dek atom sayımında yeterli doğruluk derecesine ulaşılmasını engelledi.

Atom saymanın alternatifi olan elektrikli kilogram kulağa tuhaf gelse de, oldukça basit bir fikir üstüne kurulu: Bir cismin ağırlığını (yani, cisim üzerine yerçekimi tarafından uygulanan kuvveti) güçlü bir manyetik alan içindeki akım taşıyan bobin tel sayesinde üretilmiş elektromanyetik kuvvetle eşleştirebilen, olağanüstü duyarlı bir tartı tasarlamak. Bu tür bir tartıyı geliştirmiş olan Ulusal Fizik Laboratuvarı'na göre, "Bu şekilde kilogram, belirli bir miktar akımın hareketiyle üretilen elektromanyetik kuvvetin dengeleyebildiği kütle biçiminde tanımlanabilir." Şimdiye dek bu yöntemle, atom sayımına kıyasla daha yüksek bir doğruluk derecesi elde edilebildi ama yöntem hâlâ kilogramı yapılan her bir ölçümde, "yüzde birin milyonda biri" olan (10^{-8}'de bir parça) hedef doğruluk oranıyla ölçebilmek için yeterli değil.

Kilogramın yeniden tanımlanması. Avustralya ve Avrupa'daki bilimciler, hemen hemen kusursuz bir silikon kristal kürenin atomlarını saymak veya bir kütleyi elektromanyetik kuvvetle tartmak kaydıyla (aşağıda) kilogramın kütlesini yüksek bir doğruluk derecesiyle ölçmeyi amaçlıyorlar. "Kristal, Dünya boyutlarında büyütülebilseydi, en yüksek tepe ile en derin vadi arasındaki yükseklik farkı yaklaşık 7 m olurdu" (*Physics World*). İngiltere Fizik Laboratuvarı'ndaki Watt tartısında, silindir biçimindeki 1 kg'lık test kütlesi, çerçevenin hemen altında görülüyor.



Materyaller, Gerilme ve Gerinim

Neden oksijen gibi bazı kimyasal elementler olağan oda ısısında gaz halindedir de, (periyodik tabloda oksijenin altında yer alan element) sülfür gibi büyük bir çoğunluk katıdır ve metaller içinde özellikle cıva sıvıdır? Bu maddelerin biçimleri ile fiziksel ve kimyasal özellikleri, en azından prensipte, atom yapılarıyla açıklanabilir; aynı şey tüm materyaller için de geçerlidir.

Pratik kullanımı olan materyallerin özelliklerine ilişkin liste neredeyse sonsuza dek uzayıp gider. Örneğin, mühendislik alanında ilk akla gelenler arasında yoğunluk, sertlik, dayanıklılık, esneklik ve viskozite sayılabilir. Önemli bazı termal nitelikler arasında ise donma ve ergime noktası, iletkenlik, ısı kapasitesi ve genleşme özelliği yer alır. Tabii bir de metalleri yalıtkanlardan ayıran rezistans gibi, veya silikon çipler açısından önemli olan yarıiletkenlik gibi elektriksel özelliklerden de söz edilebilir. En çok demir ve bileşenlerinde karşımıza çıkan, ama örneğin, nükleer manyetik rezonans gibi doğada oldukça yaygın olan manyetik özellikleri; kırılma indisi ve saydamlık gibi optik özellikleri ve radyoaktiviteyi de unutmamak gerekir.

Laboratuvarlar materyal testi için çok sayıda teknik geliştirdiler. Bunların içinde belki de en basiti elastikiyet ve dayanıklılık ölçümünde gerinim yaratma amaçlı germe uygulamasıdır (birim alan başına düşen kuvvet). Gerilmenin gerinmeye oranı, esneklik modülü diye bilinir. Bir gerilim kuvvetine tabi tutulan test numunesi üstündeki iki nokta arası mesafede gerçekleşen değişimin kaydedilmesiyle ölçülür. Dayanıklı bir malzeme kopmadan ya da deforme olmadan yüksek gerilime dayanabilir.

MÖ 4000 : Demir
Gerilime dayanıklı, manyetik

MÖ 100: Beton
Sıkıştırılmaya dayanıklı, kalıplanmaya uygun, dayanıklı

MÖ 50: Cam
Saydam, yansıtma özellikli, sıkıştırılmaya dayanıklı

1840'lar: Kauçuk
Esnek, su geçirmez, elektriğe dayanıklı

1850'ler: Çelik
Gerilime dayanıklı, sert, işlenebilir

1880'ler: Alüminyum
Dayanıklı, ağırlığı düşük, paslanmaya dayanıklı

1930'lar: Polietilen
İşlenebilirlik, hafiflik, termal ve elektriksel yalıtım, kimyasal rezistans

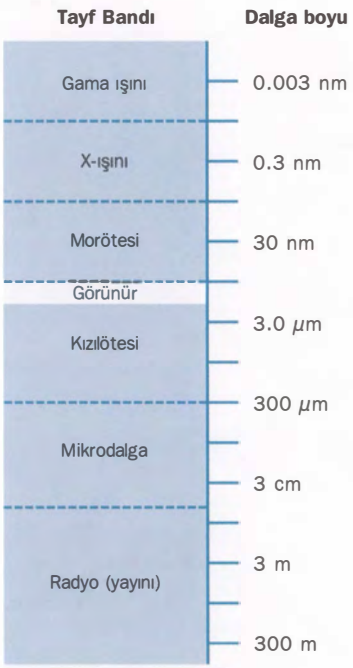
1950'ler: Silikon
Yarıiletkenlik

Tarihe geçen malzemeler.



Viskozite: Su dalgası kullanarak karın viskozitesini (akışkanlık) anlama ve çığ üretebilecek koşulları öngörebilme yönünde gerçekleştirilen girişimler, fazla başarılı olmadı. Bunun nedeni de, akan suyun aksine, farklı kar tiplerinin farklı sürtünme kat sayılarına sahip olması.

Işınım ve Renk



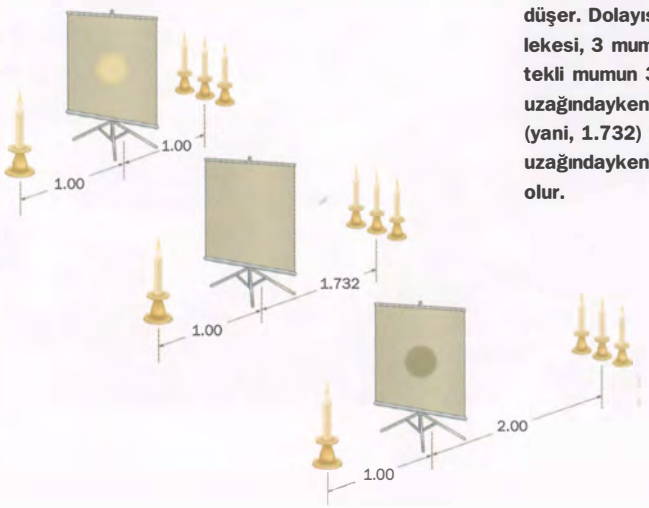
3 nm = 0.000000003 m
3 μm = 0.000003 m

Solda: **Elektromanyetik tayf. Ölçek logaritmik.**

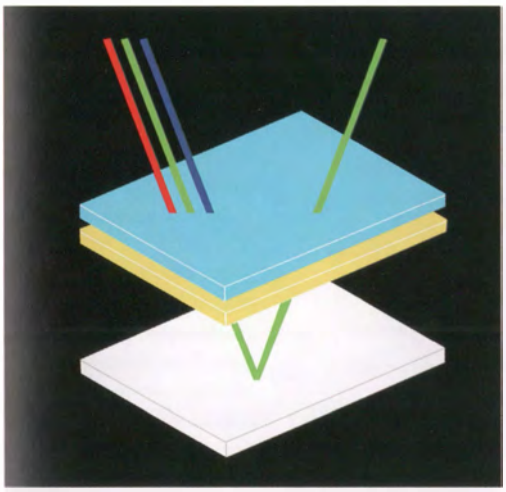
Gözlerimiz ışığın tüm renklerini veya dalga boylarını eşit derecede iyi göremez. İnsan görüşünün dalga boyuna yönelik en yüksek duyarlığının, görünür elektromanyetik tayfın neredeyse ortasında, sarı-yeşil bölgede yer alması oldukça ilginçtir (ve kesinlikle rastlantı değildir). Üstelik bu tepe noktası, Güneş'in Dünya yüzeyi üstündeki yayım gücünün zirvesine de çok yakındır. Geçen milyonlarca yıl içinde gözlerimiz, görünür tayfa ve Güneş ışınımına karşı, doğayı olabildiğince net algılayabileceğimiz şekilde evrilmiş olmalı. Bu nedenle de, Arthur Klein'ın, *The World of Measurements*'da belirttiği gibi, "Biz insanlar farkında olmadan bir tür görsel şovenizme yatkınızdır. 'Göremediğimiz' ışınım ya zaten yoktur, ya da talihsiz bir ziyandan öte bir şey değildir."

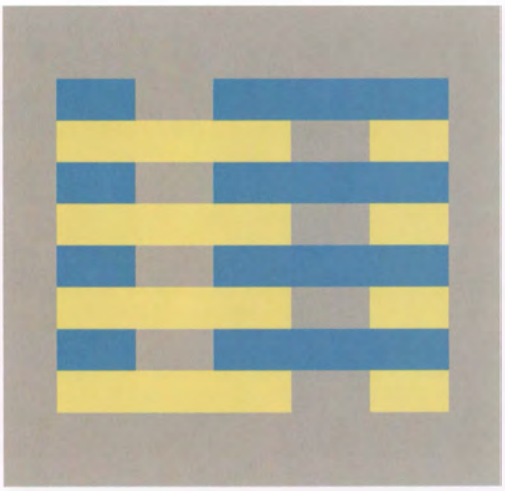
Oysa elbette ki gerçekte görünür tayf (gökkuşağının renkleri) tüm elektromanyetik tayf içinde yalnızca küçük bir pencere. Işık, tüm ışınımın sadece küçük bir parçası. Renkler içinde yaklaşık 780 nanometre ile ($7x10^{-7}$ m) en uzun dalga boyuna sahip olan renk kırmızıdır. Sarımsı yeşilin dalga boyu 555 nm iken, mor yaklaşık 380 nm ile en kısa dalga boyuna sahiptir. Kırmızının ötesinde gitgide artan dalga boylarıyla, kızılötesi ışınım (ısı), (fırınlar ve mobil telefonlarda kullanılan) mikrodalga ve radyo dalgası uzanır. Morun ötesinde ise gitgide kısalan dalga boylarıyla morötesi ışınım, X-ışınları ve gama ışınları yer alır.

Frekans açısından bakıldığında elektromanyetik ışınımın dalga boyu ne kadar uzunsa, frekansı o kadar düşük olur ki, bunun tersi de geçerlidir. Dolayısıyla kızılötesi ışınımın frekansı morötesi ışınımdan düşüktür, radyo dalgalarınınki ise X-ışınlarından çok daha düşüktür. (Frekans ve dalga boyunun ters orantı içinde olmasının nedeni, frekansla dalga boyu çarpıldığında ortaya herhangi bir dalganın



Aşağıda: **Yağ lekeli ışık ölçer. Parlaklık ölçümünde kullanılan bu dahiyane derecede basit cihaz, 19. yüzyılda (en çok Bunsen Ocağı ile tanınan) Robert Bunsen tarafından icat edildi. Cihaz, üstünde yağ lekesi olan, beyaz kağıttan yapılma bir perde üstüne kurulu. Perdenin bir tarafına belli bir uzaklığa standart bir mum konulur ve yağ lekesinin görünür hale geldiği mesafeyi bulmak için test kaynağı (burada, üç standart mum) perdenin diğer yüzüne doğru uzaklaştırılır veya yakınlaştırılır. Çok yaklaşınca test kaynağı lekeyi parlaklaştırır, çok uzaklaşınca ise lekenin rengi koyulaşır. Parlaklığın ters kare yasasına göre azaldığı ortaya çıkmıştır: Test kaynağının perdeye olan mesafesi iki katına çıktığında, parlaklık (yarıya değil) dörtte bire düşer. Dolayısıyla yağ lekesi, 3 mum perdeden tekli mumun 3 katı uzağındayken değil, $\sqrt{3}$ (yani, 1.732) katı uzağındayken görünmez olur.**





Renk algısı. Işığın dalga boyları ve gökkuşağının renkleri, görünür tayf boyunca durmadan değişiklik gösterir ama insan gözü, ışığı retinadaki üç ayrı "ana" renk reseptörü ile algılar. İlk kez 1801'de, Thomas Young'ın engin bilgisiyle ortaya attığı bu olgu, ancak 1959'da Amerikalı beş sinir bilimcisi tarafından doğrulanabildi. Renkli televizyonda, ekrandaki tüm renkler üç ana renkteki noktacıklardan oluşur: Kırmızı, yeşil ve mavi. Sarı ise yeterli miktarda kırmızı ve yeşil ışık eklenerek elde edilir. Beyaz kağıt üzerine renkli baskı yapan dergilerde, yeşil renk, cyan (mavi) ve sarının üstüste bindirilmesiyle elde edilir. Bu durumda, şekilde görüldüğü gibi (solda) yeşil ışık hariç tüm ışıklar emilir. Renkler daima kendi ortamları içinde değerlendirilmelidir, tek başlarına değil. Çevre rengi, bir rengin algısını değiştirebilir. Renk algısı oldukça karmaşıktır. Örneğin, gri, mavi ve sarıdan oluşan bu fotoğraftaki (sağda) griler, aynı oldukları halde, farklı tonlarda gibi görünürler.

hızının çıkmasıdır ve tüm elektromanyetik ışınımın hızı *sabit* olduğundan -ışık hızı-dalga boyu arttıkça, frekans düşer. Bunun aksi de geçerlidir.) Kuantum teorisine göre, yüksek frekanslı kuanta, düşük frekanslı kuantadan daha fazla enerji taşır, dolayısıyla kızılötesi ışınıma ve radyo dalgalarına kıyasla, morötesi ışınım (ve ondan da çok X-ışınları) foton başına daha fazla enerji taşır. Morötesi ışınımının ve X-ışınlarının kansere yol açabilmelerinin nedeni de budur. Bu ışınımlar insan hücrelerindeki moleküler bağları zedeleyebilecek ve bozabilecek enerjiye sahiptirler. Ancak, düşük enerjili mikrodalgaya ve radyo dalgalarına maruz kalmak önemli bir sağlık tehlikesi yaratmaz.

Görünür ışınımın gücü watt ile ölçülür. Ancak, insan gözü tüm dalga boylarına eşit derecede duyarlı olmadığından, SI sisteminde ışık yoğunluğunu ölçmek için ("kandil gücü"nden gelen) kandela isimli başka bir ölçüm birimi kullanılır. Watt ile kandelanın karşılaştırılması konusunda, İngiltere'deki Ulusal Fizik Laboratuvarı şu örneği veriyor: "60 wattlık bir tungsten ampulü, yani bildiğimiz ev ampulü, 9 wattlık bir kompakt flüoresan lambanın 6 katı elektrik gücü tüketir ama her iki ampul de eşit miktarda ışık üretiyormuş gibi görünür ve aşağı yukarı eşit kandela değerine sahiptir. Bunun nedeni de tungsten ampulü tarafından kullanılan elektrik gücünün büyük kısmının, gözün duyarlı olmadığı tayfın kızılötesi bölümünden yayılmasıdır. Flüoresan lambasının yaydığı ışık ise gözün yüksek duyarlılık bölgesiyle daha iyi örtüşür."

Gözün farklı dalga boylarına karşı tepkisine bağlı olduğu ve bu tepki de kişiden kişiye değiştiği için, kandelanın doğrudan bir tanımı yoktur. Standart görsel tepki diye bir şey de yoktur. Hepimiz yaşamı farklı şekillerde görürüz. Örneğin, göz merceği yaşla birlikte sararır. Kandelanın tanımı için bugün, onlarca yıllık deneyin ardından 18 ile 60 yaş arası, kadınlı erkekli 200'den fazla kişiden elde edilen ortalama bir tepki kullanılıyor.

Görelilik

Ne anlama geldiğini çok az insan anlasa da, göreliliği Einstein'ın keşfettiğini tüm dünya bilir. Göreliliğin açıklamasına yönelik sorulardan bunalan Einstein sonunda sekreterine şöyle demişti: "Güzel bir kızla parktaki bir bankta otururken bir saat bir dakika gibi geçer, ama sıcak bir sobanın üstüne oturduğunda bir dakika bir saat gibi gelir."



Burada ancak Einstein'ın uzay ve zaman konusundaki temel bazı çıkarımlarına yer verebiliriz. Einstein, Newton'un tüm gökcisimlerinin hareketini açıklamaya yönelik evrensel bir referans çerçevesi olan "mutlak uzay" varsayımını, deneysel doğrulamadan yoksun olduğu için reddediyordu. Onun yerine hareket eden bir cismin uzaydaki konumunun, belli bir koordinatlar sistemine göre belirlenmesi gerektiğini ve bunun elektromanyetik ışınım için de geçerli olması gerektiğini ileri sürdü (bkz. sayfa 40). Öte yandan gözlemcinin hareketi ne olursa olsun, ışığın sabit bir hızla (saniyede 300 milyon metreden biraz az) ilerlediği de ölçülmüştü. Evrensel bir referans sistemi olmadan, bunun hiçbir anlamı yok gibi görünüyordu; tabii mutlak zaman da reddedilmediği sürece. Onun yerine Einstein ışık hızının tüm koordinat sistemlerinde, yayıcı ya da alıcının hareketinden bağımsız şekilde aynı olduğunu ileri sürdü; ne kadar hızlı hareket edilirse edilsin, ışık asla yakalanamazdı. Böylece *özel* görelilik teorisi 1905'te mutlak olanın yerine göreliliği ve uzay-zamanı getirdi.

Özel görelilik sabit hızla hareket eden gökcisimleri için geçerlidir, ivmeli olanlar için değil. Bu yüzden de kütleçekimi göz önüne almaz. 1916'ya gelindiğinde Einstein kütleçekimi de hesaba katmış ve genel göreliliği ortaya atmıştı. Kütleçekim ile ivmenin, bir anlamda birbirlerine denk olduklarını fark etmişti. Kütleçekimi yaratan şey, Newton'un fiziksel temas olmaksızın belli bir mesafeden etki eden gizemli kuvveti değil, uzayın, daha doğrusu *uzay-zamanın* bükülmesiydi. Madde uzaya nasıl bükülebileceğini, uzay ise maddeye nasıl hareket edeceğini söylüyordu; işte Einstein'ın genel görelilik teorisinin son derece basitleştirilmiş bir ifadesi.

Genel göreliliğin test edilişi. Bu teorinin öngörüleri pek çok kez, gitgide artan doğruluk dereceleriyle test edildi. Gerçekten de Küresel Konumlama Sistemi genel göreliliği temel alarak işler. Sözkonusu testlerin ilki ve en ünlüsü 1919'da gerçekleşti. Güneş tutulması sayesinde gökbilimciler, yıldız ışığının Güneş'in kütleçekimiyle, göreliliğin öngördüğü açıda bükülüp bükülmediğini ölçebildiler. (Deneyin başarısı Einstein'ı neredeyse bir gecede ünlü yaptı.) 1971'de, sezyum-ışınlı atom saatleri ticari uçuşlara eşlik etti ve önce doğuya sonra batıya doğru Dünya'nın çevresini dolaştı. ABD Deniz Kuvvetleri Gözlemevi'nde bulunan bir atom saatine kıyasla, doğuya giden saatler zaman kaybederken, batıya gidenler zaman kazandı. Bu da göreliliğin "kinematik zaman genleşmesi" öngörüsünü doğruluyordu: İki saat birbirine kıyasla hareketsizse, vakitleri birbirine uyar, hareket halindelerse uymaz. En son ve doğruluğu en yüksek deney ise (solda görülen) **NASA'nın 2004'te fırlattığı Kütleçekim Sondası B ile gerçekleştirilen deneydi. Araç göreliliğin öne sürdüğü bir varsayımı test etmek üzere tasarlandı: Dünya uzayda dönerken, uzay-zamanı da "sürükler."**

Ses

İnsan kulağı olağanüstü duyarlı ve kuvvetli bir organdır. Genç ve sağlıklı kulaklar, hava moleküllerinin bitmek bilmez termal hareketlerini, tam duyma eşiğinde neredeyse algılarlar. Kulaklarımız biraz daha duyarlı olsaydı, moleküler çarpışmaların kesintisiz gürültüsünü duymaktan dolayı aklımızı kaçırırdık. Duyma aralığının en üst ucunda, hemen ağrı eşiğinde ise, kulaklarımız havalanmakta olan bir jetin yanında durmaya güçlükle dayanabilir. Böyle bir durumda ses basıncı, duyma eşiğindeki ses basıncının bir milyon katıdır. Sesin enerji yoğunluğu ise (birim alan başına düşen güç) bir milyon kere milyon, yani ses basıncının karesi kadar büyüktür.

Ses, mekanik bozulmaya uğrayan bir denge durumunun, esnek yapılı bir aracı ortam içinde yayılmasıyla oluşur. Sözkonusu ortam gaz, sıvı veya katı olabilir. Bozulma hava yoluyla, yaklaşık 330 m/sn, su içinde yaklaşık 1500 m/sn ve cam içinde yaklaşık 5500 m/sn hızla iletilir. Ama gerçek anlamdaki bir boşluk sessizdir: Işığın aksine ses, gezegenlerarası uzayda iletilmez çünkü burada esnek bir ortam yoktur.

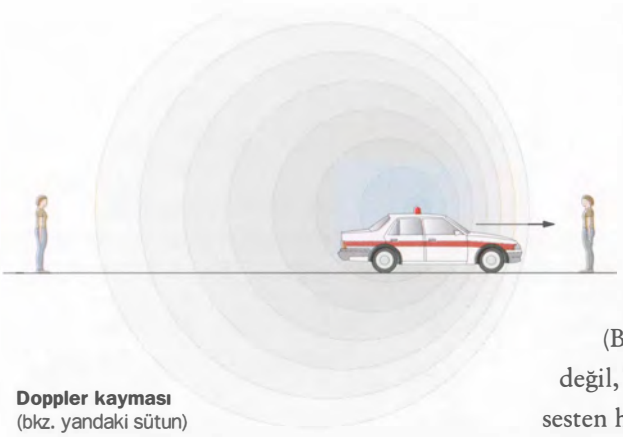
Ses dalgası, yapısı itibarıyla boylamsal bir dalgadır ve bu dalga içinde ortam, yayılım yönünde, ileri-geri hareket eder. Havada ise ses dalgası geçerken moleküller sıralı şekilde sıkışır ve seyrelir ama yerleri kalıcı olarak değişmez. Dalga geçtikten sonra aracı-ortam aynı pozisyonda kalır. Maksimum geçici yer değiştirme dalganın genliğini verir ve genlik de ses basıncını belirler.

Duyma eşiğindeki yer değiştirme bir metrenin milyonda birinin milyonda biridir (bir hidrojen atomu çapının beşte biri) ve dalganın tepe noktası ile en düşük noktası arasındaki basınç farkı bir pascalın binde iki yüzü kadardır (bunu yaklaşık 100,000 Pa olan normal atmosferik basınçla karşılaştırın).

Işık gibi ses de yansıyabilir, kırılabilir, sapabilir, dağılabilir ama kutuplaşmaz çünkü hareketinin tek bir (boylamsal) bileşeni vardır. Sesin de dalga boyu ve *pitch/perde* diye bilinen frekansı vardır (bkz. sayfa 172-3). İnsanlar için 20-20,000 Hz (20 kHz) aralığındaki ses frekansları duyulabilir



Ses yoğunluğuna karşılık ses yüksekliği. Metrekare başına düşen watt ile ölçülen ses yoğunluğu duyandan bağımsızdır. Fonlar ve sonelerle ölçülen ses yüksekliği ise duyan kişinin kulağına bağlıdır. Gerçekten de, duyma eşiği kişiye ve yaşa göre değişir. Yukarıda da görüldüğü gibi yankısız odalar, ses yansımasını olabildiğince yok eder. Bu odalar, dağınık veya düzenli ses alanlarının ses yüksekliğini karşılaştırmada kullanılır.



Doppler kayması
(bkz. yandaki sütun)

niteliktedir. Bu aralıkta en yüksek duyarlık 3 oktav bant genişliğinde 500 Hz ile 4 kHz arasındadır. Gerçi yüksek frekanslara karşı duyarlık yaşla birlikte azalır ve kadınlar genellikle aynı yaştaki erkeklere kıyasla bir yüksek perdedeki notaları duyabilirler. Hayvanların frekans aralığı ise farklıdır. Köpekler duyulamayacak kadar yüksek perdeden ıslıkları duyabilir, yarasa ve yunuslar ise avlanma ve iletişimde yön belirlemek için, insan tarafından duyulabilenden 150 kHz'ye kadar değişebilen frekansları kullanırlar.

20 kHz üstü ile 20 MHz'e kadar olan frekanslar (teorik bir sınır olmasa da) ultrasonikler diye bilinir ve pek çok alanda uygulamaları bulunur: Derinlik belirleme (sonar), temizlik işlemleri ve yankıyla yön belirleme tekniğine dayalı yumuşak doku, yani anne karnındaki bebek görüntülemesi (bkz. sayfa 181-2). 20 Hz altı frekanslara ise infrasonikler denir ve aslında ses yeterince yoğunlaştırılırsa insan tarafından duyulabilir niteliktedir. Örneğin, konserlerde, yoğun bir hüzün, soğukluk, endişe ve tüylerin ürpermesi gibi dinleyici tepkileri yaratabilmek için 20 Hz altında titreşebilen uzun borularla deneyler gerçekleştirildi. Aslında "hayaletli evler"de infrasonik dalgaların var olması ve doğaüstü deneyimlerin ardında bu açıklamanın yatması da mümkün. (Bu arada "süpersonik" sözü frekansı değil, hızı belirtir. Süpersonik uçaklar sesten hızlı giderler ve hızları Mach sayılarıyla ölçülür. Mach 1 ses hızına eşittir; Mach 2 ise ses hızının iki katına, vb.)

Ses yoğunluğu ölçümü (birim alana düşen güç) desibel (dB) ile derecelendirilmiş logaritmik ölçek üzerinden gerçekleştirilir. Alexander Graham Bell'e atfen isimlendirilen bu birim, ilk olarak 1923'te, ABD'deki Bell Telephones firmasının mühendisleri tarafından, sesi değil ama elektriği tanımlamak üzere geliştirildi. Amaç özellikle de telefon hattı uzadıkça azalan elektrik gücünü tanımlamaktı (bu ABD gibi büyük bir ülke için o günlerde önemli bir sorundu). Ses yoğunluğunun desibel ölçeği logaritmik olmak zorundadır çünkü duyma eşiğinden ağrı eşiğine dek tüm ses yoğunluklarını kolaylıkla karşılaştırabilmelidir. Her 10 db'lik artış (1 Bel), yoğunlukta 10 kat artışa denk gelir. Duyma eşiği 0 dB olarak kabul edilir, ağrı eşiği ise yaklaşık 140 dB. Havalanmakta olan bir jetin sesi 120 db'lik bir bölgede yer alır ki, bu da eşikten hemen hemen 10^{12} (1 milyon milyon) kat daha yoğundur. Karşılaştırmak gerekirse, bir kütüphanedeki ses yoğunluğu 35 dB civarındadır.



Yarasa ultrasoniği. Yarasalar, genellikle insan kulağının duyamadığı kısa, yüksek frekanslı ses dalgaları yayar ve sesin engeller ve uçan böcekler gibi yakın cisimlere çarparak yankılanmasını dinlerler. Birkaç frekansın kullanımıyla ve onları farklı kulaklardaki göreceli yoğunluklarını tespit etmek kaydıyla yön belirlenir. Hedef hız ise Doppler kayması kullanarak belirlenir. Doppler kayması, yanımızdan geçen bir polis arabasına ait siren sesinin, araba gözlemciye yaklaşırken artması ve uzaklaşırken azalmasıyla aynı şeydir. Bunun nedeni kaynağın ve gözlemcinin göreli hareketlerindeki değişimdir (bkz. yukarıdaki şekil)**. Önce ses dalgaları sıkışır, dalga boyları kısalır ve belirgin frekansları artar. Ardından dalgalar seyrelir, dalga boyları uzar ve belirgin frekansları azalır. Sabit frekans yayan bir yarasa için, yarasa bir böceğe yaklaştıkça geri dönüş yankısı pozitif bir Doppler kayması, yani belirgin frekansta artış gösterir.**

Elektrik ve Manyetizma

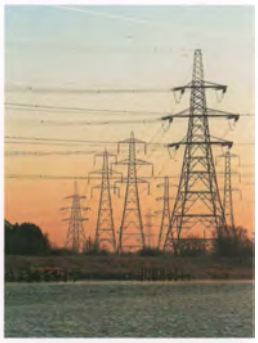
Neredeyse tüm tarih boyunca elektrik ve manyetizma birbiriyle ilgisiz gibi düşünüldü. Bir kehribarın ovuşturulduğu zaman elektriklendiği ve küçük saman parçalarını çekebildiği biliniyordu, elektrik sözü ise Latince ve Yunancadaki kehribar sözcüğünden, yani *elektrum* ve *elektrondan* türetilmişti. (Krallar ve aristokratlar tarafından toplandıkları için) bundan da iyi bilinen bir şey varsa, o da manyetik yerçekimini yenerek, demir parçalarını kendine çekebilen veya pusula iğnesinin manyetik kuzeyi göstermesini sağlayan mıknatıs taşlarıydı. Ancak, hiç kimse elektrik denen fenomenin manyetik fenomenle ilgili olduğunu düşünmemişti. 1807'ye gelindiğinde bile bilgin Thomas Young, *Lectures on Natural Philosophy* [Doğa Felsefesi Üzerine Dersler] adlı eserinde manyetizma ile elektrik arasında doğrudan bir bağ olmadığını belirtebilmişti.

O sırada (1800'de) Alessandro Volta, kimyasal bir tepkiden sabit elektrik akımı üreten ilk pili icat etmişti. Bundan bir nesil kadar sonra elektrik ve manyetizma bilimciler tarafından ilişkilendirilecekti. 1820'de Hans Christian Oersted, bir telden geçen elektrik akımının pusula iğnesini etkileyebildiğini, yani elektriğin manyetizmaya çevrilebileceğini gözler önüne serdi. Bu André-Marie Ampère'e bir dizi deney gerçekleştirme ve elektromanyetizma teorisini geliştirme konusunda ilham verdi ve her iki ilham da, SI elektrik akımı birimi olan ampere (genelde amp diye kısaltılır) adının verilmesi sonucu, ona ölümsüzlük kazandırdı. Ampère'in en önemli katkıları şunlardı: Aynı yönde elektrik akımı taşıyan iki paralel tel arasında manyetik bir çekimin oluştuğu, öte yandan, akım ters yöndeyse manyetik itkinin oluştuğunun kanıtlanması ve bir mıknatısın gücünün, içindeki atomlarda dolaşan minicik elektrik akımlarının yarattığı toplam etki olduğuna yönelik görüşü.

Nihayet 1831'de, Michael Faraday, Ampère'in deneyinin aksini keşfetti: Manyetizmanın elektriğe çevrilmesi. Faraday iki teli (bugün transformatör diyebileceğimiz) bir demir çubuğun etrafına sardı ve ilk teli bir bataryaya, ikincisini ise bir galvanometreye, yani elektrik akımını ölçmeye yarayan aygıta bağladı. Akım ilk telden geçerken, ikincisinden geçmiyordu. Ama akım kesildiğinde, galvanometre bir işaret verdi. Bu da Faraday'a ilk teldeki manyetik kuvvet hatları çökertilince, ikinci telde akımın oluştuğu fikrini verdi. Faraday, manyetik bir alan sabitken değil, değiştiği zaman elektromanyetik indüksiyonun meydana geldiğini anlamıştı. İşte -manyetik bir alan içinde tel bobin döndürerek akım üreten- dinamoların ve -akımın veya manyetik alanın yönünü değiştirmek kaydıyla, elektrik bobininin bir mıknatıs içinde döndürüldüğü- elektrikli motorların önünü açan anahtar da buydu. İlk kamusal elektrikli aydınlatma 1881'de, İngiltere'de sokak lambalarıyla gerçekleştirildi.



Bu bölümde birkaç kez ışık ve radyo dalgası, X-ışınları gibi diğer ışınımın *elektromanyetik* dalgalar



Yüksek voltajlı elektrik şebekesi. Nispeten düşük elektrik akımını garantilemek için yüksek voltajlara, dolayısıyla akım taşıyan tellerden oluşan kullanışlı hatlara gereksinim duyulur. Güvenlik nedeniyle tellerin direkler üstüne veya yeraltına yerleştirilmesi gerekir. Elektrik direklerinde genellikle uyarı işaretleri bulunur (sol altta).

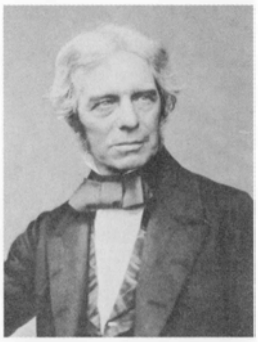
Tipik elektrik akımları (amper cinsinden).

Yıldırım
30,000 A
Su ısıtıcısı
10 A
Bilgisayar
1 A
Ev ampulü
0.25 A
Öldürücü akım
0.1-0.2 A
Elektrikli yılan balığı
0.07 A
Vücuttaki sinir impulsları
0.000 000 001 (10^{-9}) A
1 saniye için hareket eden 1 elektron
0.000 000 000 000 000 000 16 (1.6×10^{-19}) A

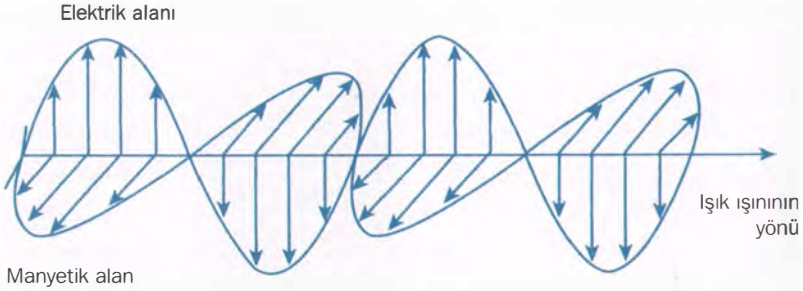
olduğunu birkaç kez belirttik. Peki bunun anlamı nedir ve doğru olduğunu nereden biliyoruz?

Bir su dalgasında, su molekülleri yukarı aşağı, dalganın yayılma yönüne doğru, enine (dik açılarda) titreşir. Ses dalgasında ise hava molekülleri yine yayılma yönünde boylamsal olarak (paralel) titreşirler (bkz. sayfa 101). (Yapılan kutuplaşma deneyleriyle) ışığın enine dalga olduğu anlaşıldı. Işık değişiklik gösteren elektrik ve manyetik alanları içerir ve bunlar, şekilde görüldüğü gibi, hep birlikte ışık ışınının yönünde enlemsel olarak ve yine birbirlerine dik açılarda, değişiklik gösterirler. Sözkonusu alanlar birbirinden bağımsız değil, birbiriyle yakın ilişkilidir -yani biri, diğeri olmadan var olamaz- ve işte yeni kavrama duyulan gereksinim de buradan kaynaklanır: Elektromanyetik dalga. Bu yeni kavramın mucidi James Clerk Maxwell, elektrik ve manyetik alanları tanımlayan matematiksel denklemleri kullanarak dalganın teorik yayılma hızını hesapladığında, ortaya çıkan yanıtın laboratuvarda elde edilen en son ışık hızı tahminine çok yakın olduğunu keşfedince son derece heyecanlandı. Bunun üzerine ışığın elektromanyetik bir dalga olabileceği sonucuna vardı ve bu çıkarımını 1873'te yayımladı. Çok geçmeden, 1888'de Maxwell'in öngörüsü Heinrich Hertz tarafından doğrulandı. Elektrik akımıyla yaptığı deneylerin sonucunda Hertz, radyo dalgalarının, ışığın ve radyant ısının, Maxwell'in denklemleriyle davranışları tanımlanan elektromanyetik dalgalar olduğunu ve tüm bu dalgaların ışık hızıyla hareket ettiğini ortaya koydu.

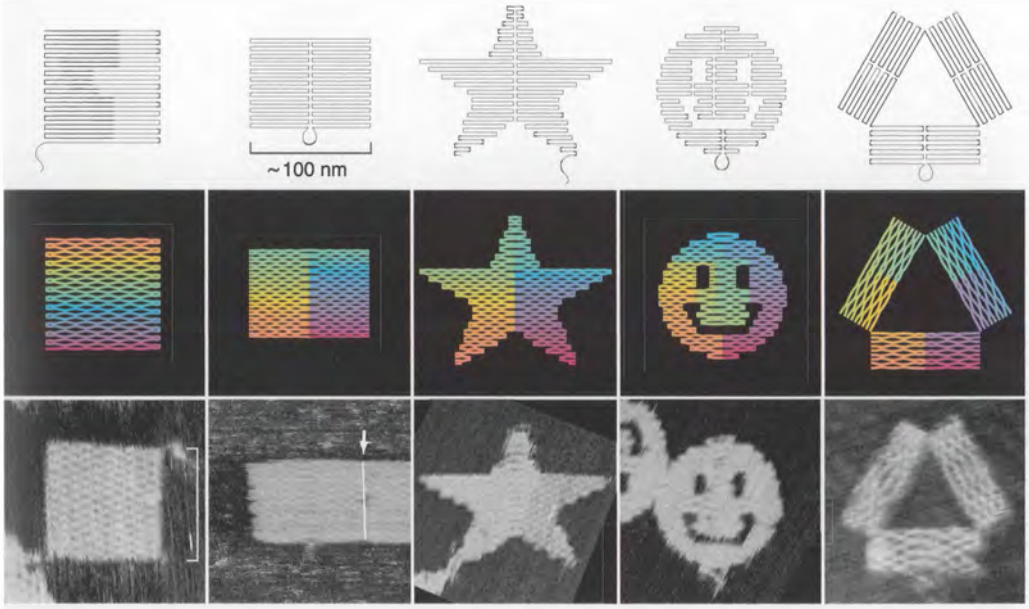
Amper yedi temel SI biriminden biridir. Elektrik potansiyeli ve elektromotif kuvvet (pillerdeki gibi) için kullanılan volt, rezistans için kullanılan ohm ve kapasitans için kullanılan farad gibi diğer elektrik birimleri ise amperden türetilmiştir. Örneğin, volt "Sabit 1 amperlik akım taşıyan iletken bir telin iki noktası arasındaki, bu iki nokta arasında dağıtılan güç 1 watta eşit olduğu zamanda, elektrik potansiyel farkı" biçiminde tanımlanır. Bunu anlamak için elektrik akımını bir su rezervuarından akan su, elektrik potansiyelini ise rezervuarın elektrik türbini üzerindeki yüksekliği biçiminde hayal edebiliriz. Türbinden çıkan elektriğin gücü, hem suyun akışına, hem de rezervuarın yüksekliğine bağlı olacaktır. Sadece elektriksel terimlerle söylemek gerekirse, güç eşittir akım çarpı voltaj. Bu denklemin önemli pratik anlamlarından biri, nispeten düşük akımları garantileyebilmek için elektrik şebekelerinin ve direklerinin elektriği ülkenin dört bir yanına ultra yüksek voltajda (600,000 V'den fazla) aktarmak zorunda olduğudur. Yüksek akımlar için kalın tel gerekir, bunun maliyet, ağırlık ve ısı kaybı açısından dezavantajları ise açıktır.



Yukarıda: **Elektromanyetik indüksiyonu ve manyetik kuvvet hatlarını keşfeden Michael Faraday (1791-1867). Faraday ve Kelvin'in keşifleri, James Clerk Maxwell'in ışığın elektromanyetik bir dalga olması gerektiğini hesaplamasını ve böylece elektrik ile manyetizmayı birleştirmesini sağladı.** Aşağıdaki **şekilde bir elektromanyetik dalgada, elektrik alanının ve manyetik alanın, dalganın yayılma yönüne enlemsel olarak ve birbirlerine dik açılarla titreştikleri görülüyor. (Ses dalgasında ise aksine, titreşim boylamsal, yani yayılma yönündedir.)**



Nanoteknoloji

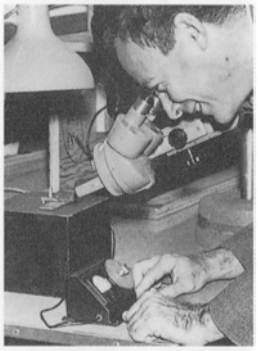


DNA'lı origami şekilleri. (Açıklama için metne bakınız.)

Fizikçi Richard Feynman, "There's Plenty of Room at the Bottom [En Altta Bolca Yer Var]" başlıklı, 1959 tarihli konuşmasında, "Neden *Britannica Ansikolopedisi*'nin 24 cildini bir toplu iğnenin başına yazamıyoruz?" diye sormuştu. Atomik kuvvet mikroskobu ve taramalı tünelleme mikroskobun (bkz. sayfa 69-70) çıkışından beri bu öneri artık bir hayal gibi görünmüyor. Eğer bir su molekülü, bir nokta boyutunda büyütülseydi, (dünyanın en büyük dönmedolabı) Londra'nın Gözü de dünya kadar büyük olurdu. Nanoteknoloji, tıpkı mimarların çeliği ve camı işledikleri gibi molekülleri ve atomları işlemek ister. Her ne kadar -yeni zehirli nanoparçacıklar gibi korkunç tahminlerin yanısıra- nanoteknolojiye ilişkin büyük iddialar henüz gerçekleşmiş olmasa da, daha henüz yolun başındayız.

Paul Rothemund tasarımı, yukarıda görülen "DNA origami şekilleri"ni yayımlayan 2006 tarihli *Nature* dergisi, "DNA son yıllarda nanotasarımcıların tercih ettikleri molekül olarak yerini aldı" yorumunu yapıyor. Birbirine sarılı baz çiftlerinden oluşma ikili sarmal yapısının keşfinden (bkz. sayfa 177-8) bu yana geçen son yarım yüzyılda, DNA'ya yönelik ayrıntılı çalışmalar, "Artık bizlere, belli bir dizilimdeki DNA moleküllerinin solüsyon içinde ne şekillerde kıvrılacağını makul bir başarıyla öngörme şansını tanıyor."

En üst sıradaki resimler, kıvrılma yollarını, nanometrik ölçekte gösteriyor. Çıkıntılı kıvrımlar ve halkalar bükülmemiş dizilimleri temsil ediyor. Renkli şekil ise helezonların (birbirlerine dokundukları) kesişme noktasındaki ve (birbirlerinden uzaklaştıkları) kesişme dışı noktalardaki bükülmelerini gösteriyor. Renkler, kıvrılma patikası boyunca baz çifti dizinini belirtiyor (birinci baz kırmızı, 7000. baz mor). En alt sırada ise, atomik kuvvet mikroskobuyla yapılmış gerçek "origami" moleküllerinin görüntüleri yer alıyor.



Nanoteknoloji alanının kurulmasına yardımcı olan fizikçi Richard Feynman (1918-88). 1960 tarihli bu fotoğrafta dünyanın o zamanki en küçük motorunu inceliyor. Feyman'ın meydan okumasına karşılık 1959'da, elektrik mühendisi William MacLellan tarafından geliştirilen motor, bir beygirin milyonda biri güce sahip, çapı ise bir inçin (2.54 cm) 1/6.000'i.

6. Bölüm *Dünya*



Püsküren Yerküre. 21 Temmuz 2001'de çekilen bu uydu fotoğrafında Sicilya'daki Etna Dağı'nın püskürttüğü kül bulutu görülüyor. Bölgeyi etkisi altına alan rüzgâr külleri güney yönünde, Etna'ya 500 km mesafedeki kuzey Afrika'ya doğru sürüklüyor. (Burada yer almayan) yakın plan çekimlerde, yanardağın zirvesine yakın bölgelerde, birkaç ayrı yarıktan çıkan lav akıntılarının izleri olarak turuncu şeritler görülüyor. Etna dağı binlerce yıldır zaman zaman patlıyor. 1669'da dağın lav akıntılarından biri, dağa 27 km mesafedeki Katanya Limanı'na ulaştı ve sokakları yalayarak geçti.

Pusulalar

Mıknatıs taşının manyetik gücü insanları daima hayrete düşürmüştür, özellikle de bundan 2000 yıl kadar önce fal bakmak için fırdöndü ve manyetik bir "güneye bakan kaşık" kullanan Çinlileri. Newton'un mühür yüzüğünde de, kendi ağırlığının 250 katı cisimleri tutmasıyla ünlü, küçücük bir mıknatıs taşı vardı. Kraliyet Akademisi ise Christopher Wren'e ait, küre biçimindeki 15 cm'lik bir *terrella*'yı, yani "küçük dünya" isimli bir mıknatıs taşını sergilemişti. Normalde kolay ikna olmayan Londralı bir gazeteciye bakılırsa bu taş, "Birkaç iğneye öyle bir can, öyle bir neşe katıyordu ki, iğneler taşın hareketiyle birlikte, içlerine şeytan girmişçesine dans ediyordu." 18. yüzyıl ortalarında, kocasının Oxford Üniversitesi rektörlüğüne atanmasını garantilemek isteyen bir kontes, Kral II. George'u, bakır bir tacın içine gülünç biçimde yerleştirilmiş kocaman bir mıknatıs taşıyla etkilemeye çalışmıştı. Kontes taşı Oxford'un Ashmolean Müzesi'ne sundu.

Patricia Fara, *Fatal Attraction: Magnetic Mysteries of the Enlightmenment* [Ölümcül Cazibe: Aydınlanmanın Manyetik Gizemleri] isimli kitabında, "Mıknatıs para demekti" diyor. Bu söz, özellikle de uzaklara yayılmış imparatorluğunu birarada tutabilmek için deniz ticaretine ve -en önemli seferi aygıtı manyetik pusula olan gemilerin taşıdığı- güçlü deniz kuvvetlerine sırtını yaslayan Britanya için doğruydu.

Tahta bir çubuğa bağlanarak suda yüzdürülen mıknatıs taşının kendiliğinden kutup yıldızına (gerçekte ise Yerküre'nin manyetik kutupları yönüne) doğru döndüğünün keşfedilmesi, 11. yüzyıl Çin'inde, ve büyük olasılıkla bundan bağımsız olarak da 12. yüzyıl Avrupa'sında gerçekleşti. Mıknatıs taşının yerine manyetize demir iğnenin konması ise, tahminlere göre hemen hemen aynı dönemlere denk geldi. Sonuç olarak denizde kullanılan ilk manyetik pusula haberi 1115'te Çin'den geldi. Bunu izleyen gelişmeler arasında iğnenin, pusula çanağının dibindeki bir pimle zapt edilmesi (12. yüzyıl) ve ibreyi sallanan gemide yatay tutabilmek için çanağın halka çerçeveler ve millerle monte edilmesi sayılabilir (1300 civarı). 17. yüzyılda ise eksen pimine montesi açısından kolaylık sağlamak üzere ibre, paralelkenara dönüştürüldü. Ardından, 18. yüzyıl ortalarında Gowin Knight çeliği "kalıcı olarak" manyetize etmenin yöntemini icat etti ve çubuk biçimli bir iğne ve ibreyi eksende güvenli bir şekilde tutacak bir kapaktan oluşan azimut pusulasını yaptı.

Ne var ki pusulaların yön bulma konusundaki en önemli kusuru giderilemedi. Manyetik kuzey, gerçek kuzeyden farklıydı, üstelik manyetik alanın yerel bazı anormallikleri yüzünden fark açıları da sefercinin konumuna göre değişiklik gösteriyordu. Ayrıca alan değiştikçe, manyetik kuzey de on yıllar içinde yer değiştiriyordu. Seferciler ve bilimciler zorluk yaratan bu gerçeklerin 15. yüzyıldan itibaren farkına varmış olsalar da, onları göz önünde bulundurarak pusulaları doğru biçimde ayarlamaları, jeomanyetizmanın 20. yüzyıldaki tam olarak tespitine dek mümkün olmadı.



Eski bir Çin denizci pusulası. Çin medeniyeti, manyetik mıknatıs taşlarının güçlerini ve kullanım alanlarını araştıran ilk medeniyetti.

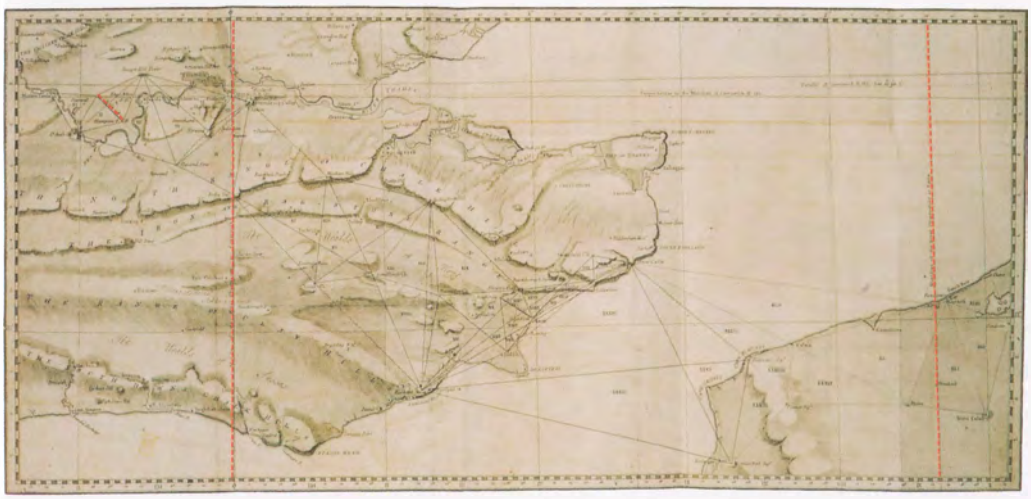
Arazi Ölçümü

Denizdeki konum ilk başlarda yalnızca göğe, sonraları gök, saat ve pusulaya, bugünse Küresel Konumlama Sistemi'ne (GPS) göre belirlenirken, karasal konumlama da nirengi sistemini kullandı. Nirengi sistemi 17. yüzyılda ilk ulusal arazi ölçümünün, 18. yüzyılda Yerküre şeklinin belirlenmesi çalışmalarının ve metreyi tanımlamak üzere (bkz. sayfa 27) Fransızlar tarafından gerçekleştirilen meridyen yayı ölçümünün temelini oluşturuyordu.

Biraz daha ayrıntı vermek gerekirse, nirengi sistemi uzak bir mevkinin, dönen trigonometrik bir cihaz üstüne monte edilmiş bir teleskop (teodolit/yer ölçüm aleti) ile başka iki mevkiden gerçekleştirilen iki gözlemini gerektirir. Bu ölçümler sözkonusu iki mevkiyi birleştiren çizgi ile ortaya iki açı çıkarır ve böylece köşelerdeki üç mevkiyle birlikte bir üçgen oluşur. Ardından, iki mevki arasındaki mesafe bilindiği takdirde, üçgenin kalan kenarlarının uzunluğu trigonometriyle hesaplanır ve bilinmeyen üçüncü mevkinin konumu belirlenir. Bu belirlendikten sonra, nirengileme defalarca tekrarlanarak bir nirengi ağı oluşturulur. Bu işlemi aşağıda, Britanya ile Fransa arasında, 1787-90'da gerçekleştirilen ve Britanya'nın 1791'deki Askeri Ölçüm Dairesi'nin kuruluşuna öncülük eden önemli nirengileme çalışmasında görmek mümkün. Belli başlı üçgenler gece vakti spotlu lambayla Dover Castle, Fairlight Head, Cap Blanchez ve Montlambert arası mevkilerde gözlemlendi; üçgenlerin kenarları 72 km'ye kadar varıyordu.

Dağ zirvelerini kalın çizgiler ve yükseklik ölçümleriyle belirten bu haritada olduğu gibi, elbette mevkilerin enlem ve boylam kadar, yükseklikleri de vardır. Yükseklik ölçümü zorlu bir sorunu ortaya çıkarır. Boylam için belirlenen Greenwich meridyeni gibi, yükseklik sözkonusu olduğunda sıfır noktası neresi olmalıdır? Geleneksel anlamdaki deniz seviyesi mi, geoidle temsil edilen küresel deniz seviyesi mi (bkz. sayfa 26), yoksa GPS'in belirlediği ellipsoid diye bilinen seviye mi?

Uyduların ortaya çıkışına dek gelgit ölçekleri geleneksel deniz seviyesini ölçümledi. Deniz seviyesi Britanya'da, Cornwall'daki Newlyn balıkçı limanında 1915'ten başlayan 6 yıllık bir



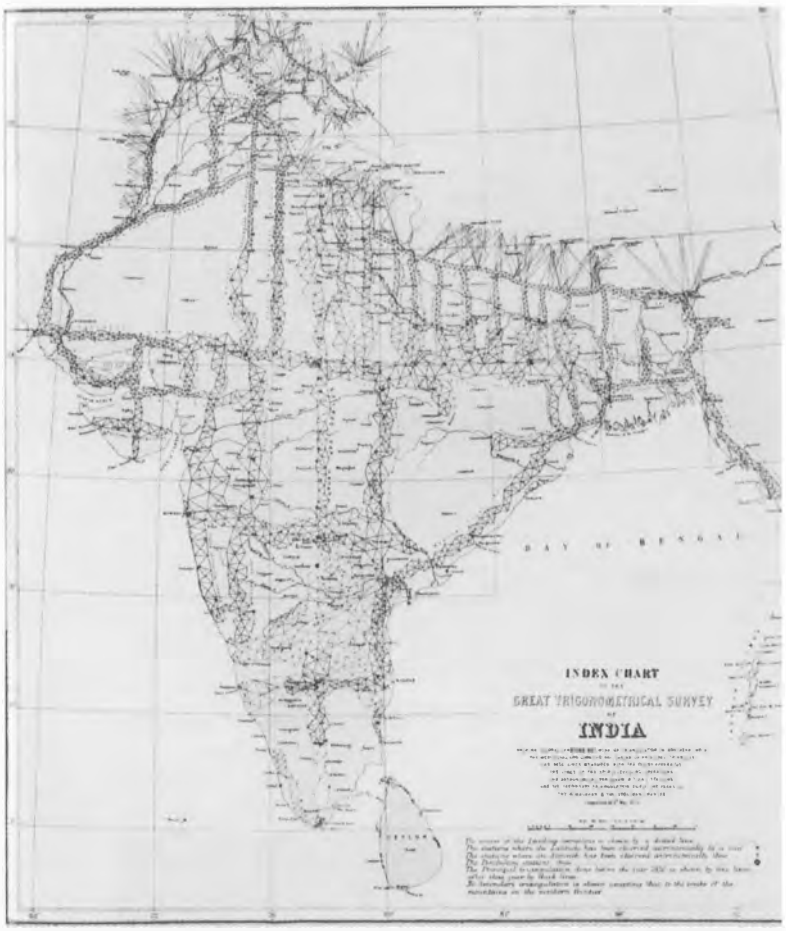
Aşağıda: **Askeri Ölçüm'ün başlangıcı. Manş Denizi boyunca, 1787-90 tarihleri arasında William Roy tarafından gerçekleştirilen bu yer ölçümüyle, Greenwich ile Paris gözlemevleri arasındaki mesafe tam olarak belirlendi. Haritada Roy'un, Londra'nın güneybatısına denk düşen Hounslow Heath'teki sınır çizgisi ve gözlemevlerinin resmi meridyenleri kalın çizgilerle belirtilmiş.**

Yan sayfa, üstte: **Bir kıta parçasının yer ölçüm haritası. "Hindistan Büyük Trigonometrik Yer Ölçümü'nün gösterge tablosunda şunlar görülüyor: Albay Lambton'un güney Hindistan'da belirlediği nirengi ağı, ana nirengilerin enlemsel ve boylamsal dizilimleri, Colby aygıtıyla ölçüşen sınır çizgileri, kabarcıklı düzeç operasyonu hatları, astronomik, pandül ve gelgit mevkileri ve Himalaya ile Soolimani zirvesini sabitlemek için yapılan ikincil nirengi çalışması. 1 Mayıs 1870'te tamamlandı." Merhum Sir George Everest'e ilişkin herhangi bir not olmadığına dikkat ediniz.**

Yan sayfa: **Hint Yer Ölçüm çalışmasında kullanılan Büyük Yer Ölçüm Aleti. Alet 1801 civarı, Londra yakınlarında üretildi, şimdi ise Dehra Dan'daki Hindistan Yer Ölçüm Dairesi'nde saklanıyor. Duvardaki portreler Lambton (solda) ve Everest'e (sağda) ait.**

süre boyunca gelgit ölçeğiyle ölçüldü. Ardından bu sabit noktanın yardımıyla Askeri Ölçüm Dairesi görevlileri, ülkenin dört bir yanında faaliyete geçti ve "eşdüzeltim" denen işlemle yaklaşık 200 röper noktasının yüksekliğini belirledi. (Eşdüzeltim işlemi, bir cetvel misali derecelendirilmiş devasa boyutlardaki ölçüm çubuğunun üstündeki bir dizi kısa mesafe noktasının tespitiyle gerçekleşir. Tespitlerin her biri, bir kabarcıklı düzeçe göre aynı seviyede gözlemlenir, ama her gözlem noktası bir öncekinden biraz daha yüksek rakımlıdır. Aynı temel teknik, arazi teknisyenlerince inşaat alanlarında da uygulanır). Röper noktaları, yeraltı hazneleri sağlam bir zemine sabitlenmiş granit sütunlardı. "Sütunlar üç boyutlu koordinat sistemini kullanmayı ve kaydetmeyi isteyen herkes için ulusal bir ağ sistemi oluşturuyordu" diyor, arazi mühendisi Marek Ziebart. Sözkonusu röper noktaları halen inşaat mühendisleri ve havaalanı yetkililerince kullanılıyor.

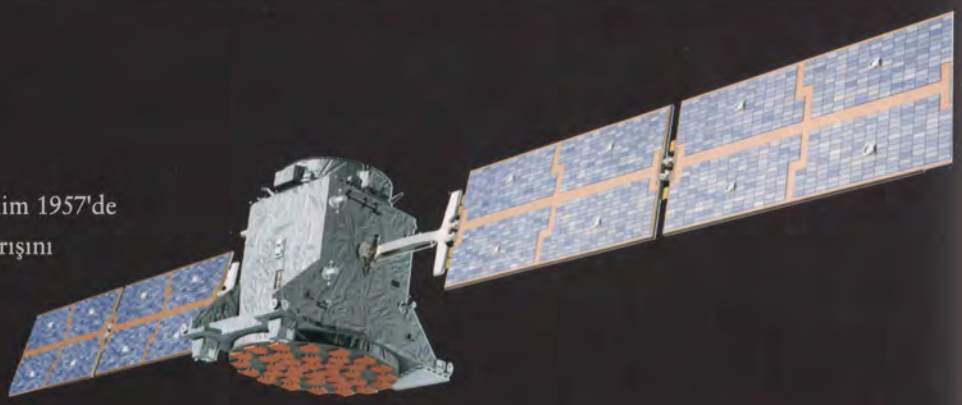
Şimdiye dek gerçekleştirilen yer ölçüm çalışmalarının belki de en büyüğü dünyanın en yüksek dağının ölçümüyle de sonuçlanan Hindistan Büyük Trigonometrik Yer Ölçümü'ydü. 1802'de, Madras yakınındaki sınır çizgisiyle başlatılan ve William Lambton'un gerçekleştirdiği çalışma, 1870 civarında, Himalayalar'da sona erdi. Yarımadanın tepesinden kuzeydeki Keşmir'e dek Büyük Meridyen Yayı'nı takip ederek yürütülen ve bu yayın doğu ve batısındaki çeşitli yan ölçümleri de içeren çalışma, 3000 km'lik bir alanı kapsıyordu. Bu aslında, ölçümde duyarsızlığıyla nam salmış topraklarda, ölçülmezin peşinde geçen yılmak bilmez bir



çalışmanın öyküsüydü. Öykünün en somut örneği de çalışmanın öncüsü, vesveseli, huysuz baş mühendis George Everest'ti. İşin ilginci Everest'in İngilizcede "her daim sakin" anlamına gelen "ever at rest" sözünün tam tersi bir kişiliğe sahip olmasıydı. Üstelik Everest kendisine "Ever-rest" *değil*, "Eve-rest" biçiminde hitap edilmesinde ısrarcıydı. Ölçümünü kendisi yapmadığı halde Everest Dağı onun adını taşısa da, çoğu insan dağın isminin belli bir kişiden değil, ismin anlamından geldiğini düşünür. Hiç kimse de Sir George'un tercihi olan telaffuzu kullanmaz.



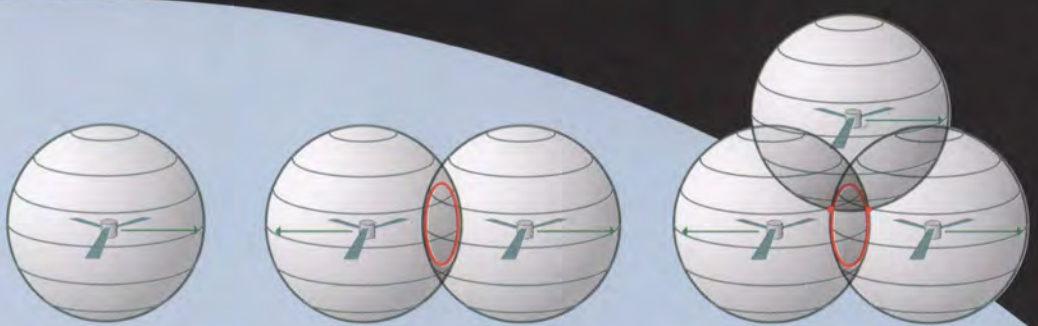
Uydular



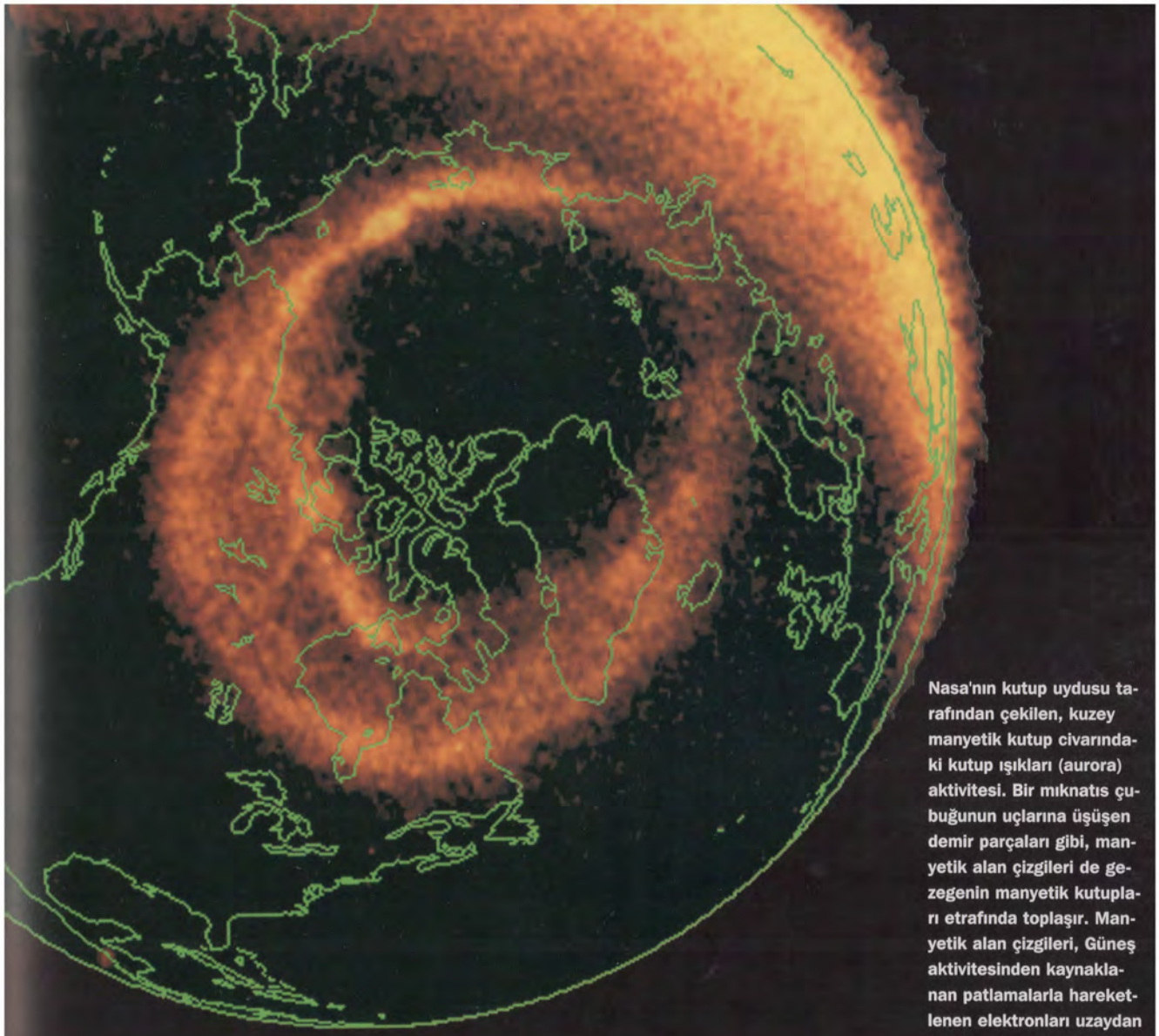
Sovyetler Birliği tarafından Ekim 1957'de fırlatılmasıyla birlikte uzay yarışını başlatan ilk yapay uydu Sputnik I, yaklaşık 250 km'lik yükseklikte Dünya yörüngesinde dönüyor ve Amerikalı dinleyicileri deliye döndüren, sinir bozucu bir radyo sinyali yayıyordu. Sinyalin içine uydunun sıcaklık ve basıncı şifrelenmişti. Sinyalin dünyaya aktardığı diğer tek veri ise atmosferin üst tabaka yoğunluğu ile radyo sinyallerinin iyonosferdeki yayılımıydı.

Bundan yarım yüzyıl kadar sonra bugün, ABD Savunma Bakanlığı'na ait Küresel Konumlama Sistemi'nin (GPS) Dünya yörüngesindeki 24 uydusu, Yerküre üstündeki bir GPS alıcısının konumunu bir cm ve altındaki bir doğrulukla rutin olarak saptıyor. Bu arada Avrupa Uzay Ajansı uydularından biri olan Envisat da, 800 km yüksekte, birkaç milimetrelik bir doğruluk oranıyla 3 boyutlu haritalar yaratıyor. Bu hassas uzaktan kumanda sistemleri yanardağ uzmanlarına patlama öncesi yanardağın deformasyonunu belirleme, iklim uzmanlarına buz tabaka ve kütlelerinin hareketini izleme ve şehir planlamacılarına, sel tehlikesi altındaki arazileri belirleyebilmek için suyun akış modelini çıkarma olanağını sunuyor. Aynı zamanda (tasarımı ilk kez bilimkurgu yazarı Arthur C. Clarke tarafından, 1945'te, *Wireless World*'de yayımlanan teknik bir makalede açıklanan) Dünya dönüşüyle senkronize iletişim uyduları da, yerdurağan yörüngelerindeki önceden belirli coğrafi noktalar üstünde asılı duruyor. Bu konumları sayesinde Yerküre üstündeki "ayak izlerine" telefon ve televizyon sinyalleri gönderebiliyorlar. Bizler de gezegenin diğer ucundaki kişiyle, aynı şehirdeymişiz gibi konuşmayı sıradan bir iş gibi görebiliyoruz.

GPS ve onun Rusların elindeki muadilleri, 1970'lerde casusluk amaçlı tasarlanmıştı. Ancak, sonraları bilimsel ve kamu amaçlı kullanılmaya başlandı. Sistem halen



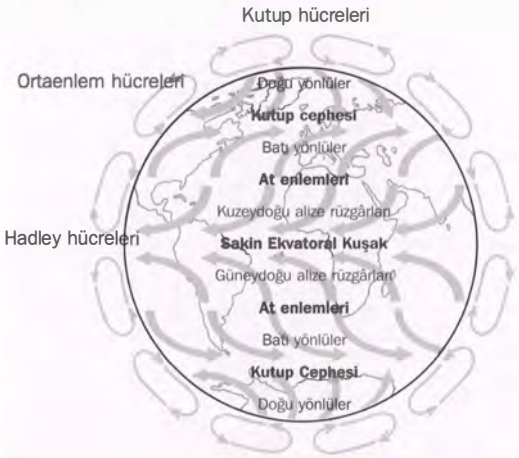
Yörüngede dönen bir GPS uydusu. GPS konumu nasıl belirler? Bir GPS alıcısının Yerküre üstündeki konumu, üç farklı uyduya bağlı, birbiriyle kesişen üç kürenin yardımıyla tespit edilir. Bu yönteme "trilaterasyon" denir. Alıcı ile ilk uydu arasındaki mesafe hesaplandıktan sonra alıcının, hesaplanan mesafeye eşit bir çapın merkezindeki uyduyu da içeren bir küre üstündeki yeri bilinir. İkinci uyduyla birlikte, ilk küreyle çember biçiminde kesişen ikinci bir küre belirlenir. Üçüncü uyduya bağlı üçüncü bir kürenin eklenmesiyle birlikteyse ortaya iki kesişme noktası olan bir çember çıkar; diğer bir deyişle iki olası alıcı konumu. Nihayet (burada gösterilmeyen) dördüncü bir küre, oluşturduğu çemberle birlikte sözkonusu iki kesişme arasındaki ayrımı yapar ve bir yandan mevcut zaman-sinyal hatalarının ölçümü ve iptalini sağlarken, bir yandan da alıcının konumunu tam olarak belirler.



Nasa'nın kutup uydusu tarafından çekilen, kuzey manyetik kutup civarındaki kutup ışıkları (aurora) aktivitesi. Bir mıknatıs çubuğunun uçlarına üşüşen demir parçaları gibi, manyetik alan çizgileri de gezegenin manyetik kutupları etrafında toplaşır. Manyetik alan çizgileri, Güneş aktivitesinden kaynaklanan patlamalarla hareketlenen elektronları uzaydan aşağı, atmosferin içine çeker. 400 ila 100 km'lik yüksekliklerde elektronlar oksijen ve nitrojen moleküllerini uyararak yüksek enerjili konuma geçirir. Yeniden normal konumlarına dönmeye başlayan moleküller ışık patlamaları, yani fotonlar yayarak kutup ışıklarını oluştururlar. Oksijen yeşil, beyaz veya kırmızı, nitrojen ise mavi ve mor renkte parıldar. Kutup ışıklarının insanı büyüleyen binbir türlü şekle bürünmesinin nedeni ise halen sırrını koruyor.

kesintisiz hizmet zorunluluğu olmaksızın askeri kontrol altında işlevini sürdürüyor. 21. yüzyılın ilk on yılında tasarlanan, Avrupa'nın ilk küresel navigasyon sistemi Galileo ise ordudan tamamen bağımsız ve güvenliğin önem taşıdığı uygulamalarda kullanılmak üzere geliştirildi. Sözkonusu uygulamalar arasında hava taşıtlarının karaya inişi, otomobillerin navigasyonu ve trenlerin işleyişi sayılabilir. Avrupa Uzay Ajansı'nın verdiği bilgiye göre Galileo yeryüzünden 23,616 km yükseklikte, üç dairesel Orta Yerküre Yörüngesi'nde konumlanmış (27'si operasyonel, 3'ü aktif yedek olmak üzere) 30 uydudan oluşuyor. Uyduların yörünge düzlemi, ekvatoral düzleme kıyasla 56 derece eğimli." Sözkonusu sistem en kuzey ve en güney 75 derecelik enlem arasını kapsıyor ve uydulardan birinin kaybından minimum derecede etkileniyor. Galileo'nun ayrıca imdat sinyallerini tespit etme ve iletmeye, yardım isteyen kişiye yanıt vermeye yarayan küresel arama-kurtarma işlevi de mevcut.

Hava ve Atmosfer

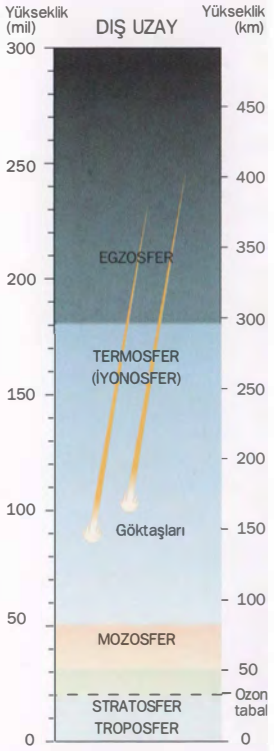


Hava; karanın, okyanusun ve atmosferin, Güneş ışınımıyla ve Yerküre'nin kendi ekseni etrafındaki dönüşüyle etkileşimi sonucu oluşur ve bu nedenle de ölçümü karmaşık, tahmini zordur. Aristoteles Güneş ısısının okyanusu buharlaştırdığını, buharın atmosfere yükseldiğini ve yeterince soğuduktan sonra yoğunlaşarak yeniden suya dönüştüğünü anlamıştı. Bu su da yağmur olarak okyanuslara ve Dünya'ya düşüyordu. Dolayısıyla Yerküre ve ekvatorun sıcak bölgelerinden havayı alıp, kutuplara doğru daha soğuk yerlere dağıtan fırtınaların ısıyı değiştirdikleri uzun zamandır biliniyordu. Rüzgârlar, hâkim bölgelerinin karakterine göre siroko, föhn ve harmattan gibi adlar alıyordu.

Ne var ki rüzgârların örüntü ve yönlerinin bilimsel olarak anlaşılması ancak 18. yüzyıl ortalarında gerçekleşti. Kuzey yarımkürede kuzeydoğudan, güney yarımkürede ise güneydoğudan esen (Columbus'un kuzeye yelken açarken yararlandığı) orta enlemlere hâkim hayati "alize rüzgârları" nasıl açıklanabilirdi? Londralı avukat George Hadley, 1735'te ısıyayım "hücreleri" görüşünü ileri sürdü. Sıcak hava bu hücrelerin içinde ekvatorda, atmosfere kadar yükseliyor, soğurken nemini yitiriyor, sonra kutuplara doğru ilerleyerek alçalıp yeniden yere yaklaşıyor, kuzey ve güneyden yine ekvatora uçuyor, yolda buhar topluyor ve bir kez daha yukarı yükseliyordu. Ancak, Dünya sabit olmayıp, döndüğünden, rüzgâr Yerküre'nin "gerisinde kalıyor" -(Dünya'nın hızla döndüğü nokta olan) ekvatora ne kadar yakınsa o kadar geri kalır- ve bu da hareketinin güney yönlü görünmesine neden oluyordu. (Bkz. yandaki şekil.)

Rüzgârlar, 1806'da Amiral Francis Beaufort tarafından, hızlarına ve denizde ürettikleri dalgalara göre sınıflandırıldı ve Beaufort ölçeği 1874'te uluslararası alanda benimsendi. Bu ölçekte rüzgârlar 0'dan ("sakin" "deniz yüzeyi ayna gibi") 12'ye ("kasırga", "deniz sürüklenen damlalarla tamamen beyaz") dek uzanan, 13 sayı yer alıyordu. Ancak, atmosferin tüm yapısını incelemeye yönelik adımlar ancak 20. yüzyıl başlarında

Beaufort Sayısı	Rüzgârın Tanımı	Rüzgâr Hızı (km/s)
0	Sakin	<1
1	Esinti	1-5
2	Hafif	6-11
3	Tatlı rüzgâr	12-19
4	Mutedil rüzgâr	20-28
5	Sert rüzgâr	29-38
6	Kuvvetli rüzgâr	39-49
7	Çok kuvvetli rüzgâr	50-61
8	Fırtına	62-74
9	Kuvvetli fırtına	75-88
10	Tam fırtına	89-102
11	Çok şiddetli fırtına	103-117
12	Kasırga	118 üstü



Yukarıda: **Atmosferin, yükselen irtifayla birlikte incelen yapısı. Ozon tabakası stratosfer ile neredeyse bitişiktir ama en yüksek ozon konsantrasyonu, tabakanın orta kısmındadır. Uçurtma ve balonla yapılan deneyler ve göktaşı izi, kutup ışıkları (aurora) ve radyo dalga yayınlarına ilişkin gözlemler sayesinde atmosferin bugünkü irtifaya dayalı tabaka ayrımı oluşturuldu.**

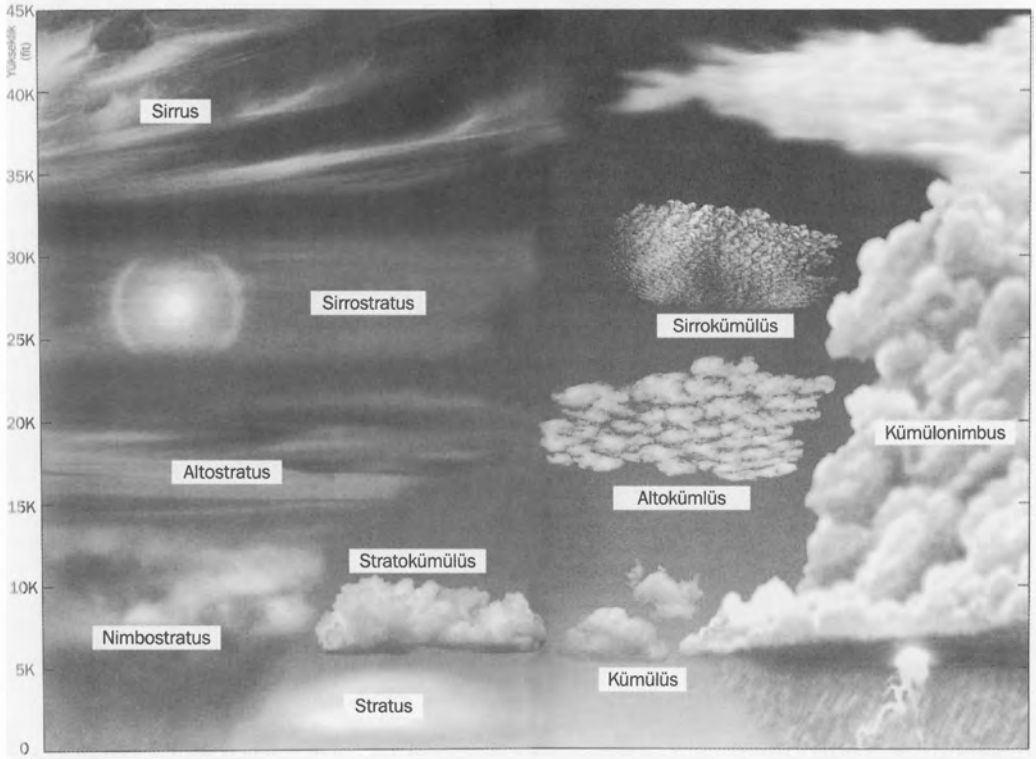
Sol üstte: **Yerküre rüzgârları haritasında, ilk kez George Hadley'in öne sürdüğü ve bugün adını ondan alan ısıyayım hücreleri görülüyor.**

Solda: **Beaufort ölçeği**

atıldı.

Bulutlar da, çok kuru çöl bölgeleri hariç, en az rüzgârlar kadar troposferde, hatta stratosferde yaygındır. Bir yanda bulutların güneş ışınlarını uzaya geri yansıtarak şemsiye görevi gördüğü ve küresel ısınmanın önüne geçtiğine yönelik çeşitli bulgular mevcut. Diğer yandaysa, ısıyı alt atmosfere hapsederek battaniye görevi gördüğü ve küresel ısınmayı arttırdığı yönünde bulgular var. Ayrıca, bulutların hortum ve yıldırım etkisi de dahil, çeşitli fırtınaları üretme sistemine yönelik bilgimiz halen yetersiz. Örneğin, açık havada bulutun etrafında değil, içinde daha çok su olduğunu düşünmek akla yatkın geliyor ama işin aslı miktarlar hemen hemen aynı. Aradaki tek fark, bulutun içindeki su buharının damlacıklar, buz kristalleri ve buz-sıvı su karışımı halinde yoğunlaşmış olmasıdır. Bunun nedeni de bulutun içindeki sıcaklığın, açık havadakinden düşük olmasıdır. Bulutun rengi de -fırtına gibi kara değil, pamuk gibi beyaz- normalde beklediğimiz özellikleri sergilemez. "Bulutun rengi toplam su miktarından çok, buz-su karışımına ve su damlacılarının ebadına bağlıdır" diyor, fizikçi Albert Zijlstra.

Bir bulutun içindeki su miktarını tahmin etmek istiyorsanız, asıl kritik rakam (bulutun gölgesine göre öngörülebilen) hacimdir ki, hacmin ancak milyonda biri su ile doludur. 500 m'ye 500 m'lik ve 100 m yüksekliği -dolayısıyla hacmi 25 milyon metreküp- olan bir bulutun içinde, 25 ton ağırlığında, yaklaşık 25 metreküp su vardır.



Bulut tipleri. Bulutları bilimsel olarak sınıflandırmaya yönelik ilk girişim 1802'de, Luke Howard tarafından yapıldı. Howard bu sistem için, Linnaean bitki ve hayvan sınıflandırma sistemini temel almıştı. Kümülüs, stratus, sirrus ve nimbus (sonuncusu artık kullanılmaz) isimlerini kendisi türetti. 1896'da, *Uluslararası Bulut Atlası* oluşturulduğunda her şey yeniden gözden geçirildi. Kümülonimbus, yani bulut tiplerinin en uzunu olan fırtına bulutları 9 numaraya yerleştirildi. İngillizcedeki, mutluluktan uçmak anlamında gelen, "dokuz numaralı bulutun üstünde olmak" deyişi de buradan gelir. Atlasın ikinci baskısında kümülonimbus 10. sıraya düşse de, bu deyiş değişmedi.

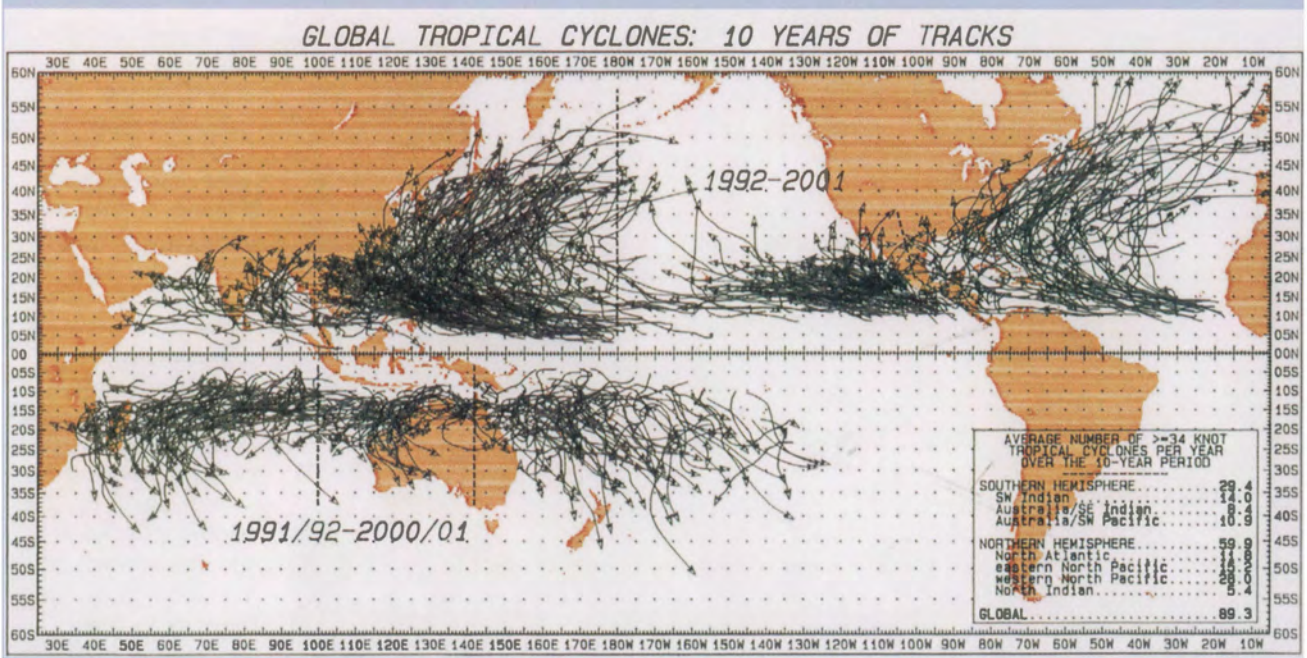
Fırtınalar, Kasırgalar ve Hortumlar

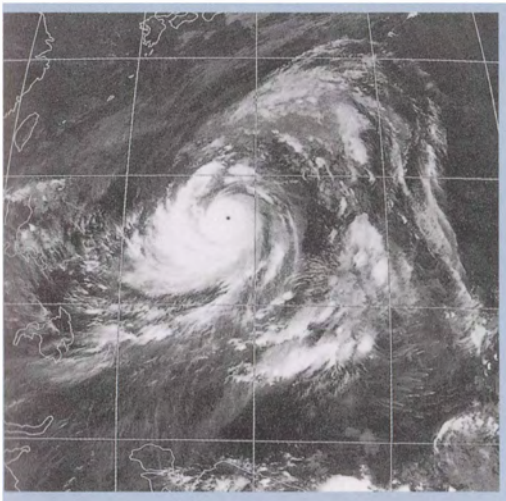
Herhangi bir anda, Yerküre üzerinde yaklaşık 2000 adet gök gürültülü fırtına olur. Fırtınaların tümü birlikte bir milyon milyon (10^{12}) wattlık şimşek gücü üretir ki, bu da ABD'deki üretilen toplam elektrik gücünden fazladır. Bir fırtına bile tek başına 500 milyon litre üzerinde su üretir. 1500 km ve üstü bir alanı kapsayan ve rüzgâr hızı saatte 320 km'ye ulaşan tam şiddetli bir kasırga ise ABD'yi yarım yıl boyunca ısıtmaya yetecek kadar enerji içerir. 1938'deki New England kasırgası, ABD güney kıyısının şeklini değiştirdi. Bangladeş'teki tropik siklonlar Ganj deltasını düzenli olarak yeniden biçimlendirir (ve 20. yüzyılda yüz binlerce kişinin ölümüne neden olmuştur). Fırtınaların ulusların kaderini etkilediği bile oldu. 1588'de, İspanyol Donanması fırtına sonucu İngiliz Adaları kıyılarına vurarak dağıldı; 1281'de Japonya'daki bir tayfun, Moğol imparatoru Kubilay Han'ın işgal kuvvetlerini samuray savaşçılarının merhametine teslim etti, samuray savaşçıları ise adalarının kurtuluşu için -Kutsal Rüzgâr- kamikazeye şükranda bulundular. Daha az dramatik örneklerden biri de, 2005'te New Orleans'ta büyük felakete yol açan Katrina Kasırgası'yla birlikte George W. Bush'un başkanlığının yara almasıydı.

Kasırga, rüzgâr hızı saatte 118 km ve üstüne ulaşan ve saatte maksimum 320 km'ye kadar çıkabilen fırtına diye tanımlanır. Karayipçede "büyük rüzgâr" anlamına gelen *urican* kökenli *hurricane* (İngilizcede kasırga) ismi Atlas Okyanusu'ndaki fırtınalarla sınırlıdır. Aynı fenomen Pasifik'te (Çincedeki *taifeng*'den gelen) tayfun diye; Hint Okyanusu ve Avustralya civarında tropik siklon diye bilinir. Saffir-Simpson ölçeğine göre kasırganın beş kuvvet seviyesi vardır (bkz. yan sayfa). Dünya çapında kullanılan tornado/hortum terimi çok daha küçük, kısa ömürlü ve daha yoğun fırtınaları

Sağda: **Büyük Okyanus'un ölçülen en yoğun tayfunu olan Tip Tayfunu. Uyduyla fotoğraflanan Tip Tayfunu burada Japonya'nın yaklaşık 2000 kilometre güneyinde ve Filipinler'in 1450 km doğusunda görülüyor. Tayfunun gözündeki, havadan ölçülen deniz seviyesi basıncı, 12 Ekim 1979'da 870 milibardı (şimdiye dek kaydedilen en düşük değer). Belirgin gözün yanısıra fotoğrafta tayfunun (tüm kuzey yarımküre fırtınaları gibi) saatin aksi yönünde dönen yüksek ortak merkezlilik derecesi ve büyük konveksiyon sisteminin yayılımı da görülüyor.**

Aşağıda: **Kasırga hattı, 1992-2001.**





ifade eder. Rüzgâr hızı saatte 500 km'yi aşabilir.

20. yüzyılda, özellikle havadan ve uydudan gerçekleştirilen doğru ölçümler sayesinde,

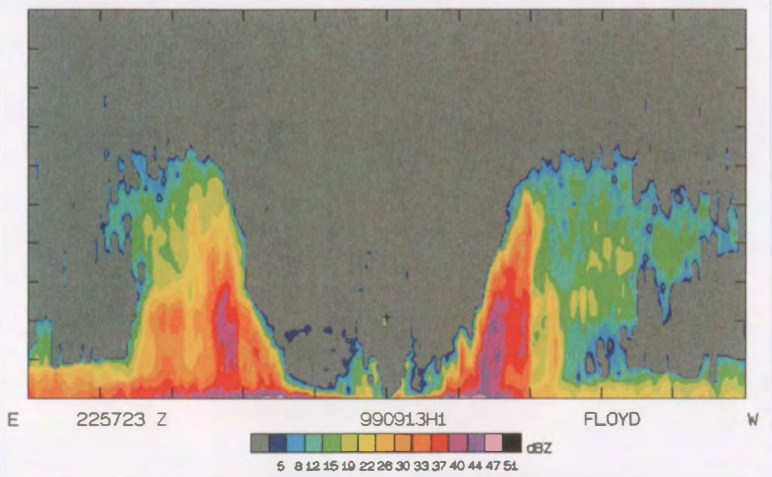
Fırtına Kategorisi	Maksimum Rüzgâr Hızı (km/s)
Tropik fırtına	50-117
Kasırga	
1. Seviye (Zayıf)	118-153
2. Seviye (Orta)	154-177
3. Seviye (Şiddetli)	178-210
4. Seviye (Çok Şiddetli)	211-250
5. Seviye (Yıkıcı)	251-

bilimciler (tayfun ve tropik siklonları da içerecek şekilde) kasırgayı anlamaya daha çok yaklaştı. Ama bu, kasırganın yalnızca belli özellikleri için geçerliydi. Önemli soruların çoğu halen yanıtlanabilmiş değil. Örneğin, neden kimi fırtınaların kasırgaya döndüğünü, kimilerinin dönmediğini; kimi kasırgaların neden yere iniş yaptığını, kimilerinin ise denizde kaldığını; kasırganın yalpalamasına, hatta yön değiştirmesine neyin neden olduğunu; kasırganın kendi yönünü ne derecede belirleyebildiğini ve küresel ısınmanın kasırga sıklığı ve yoğunluğunu nasıl etkilediğini bilemiyoruz.

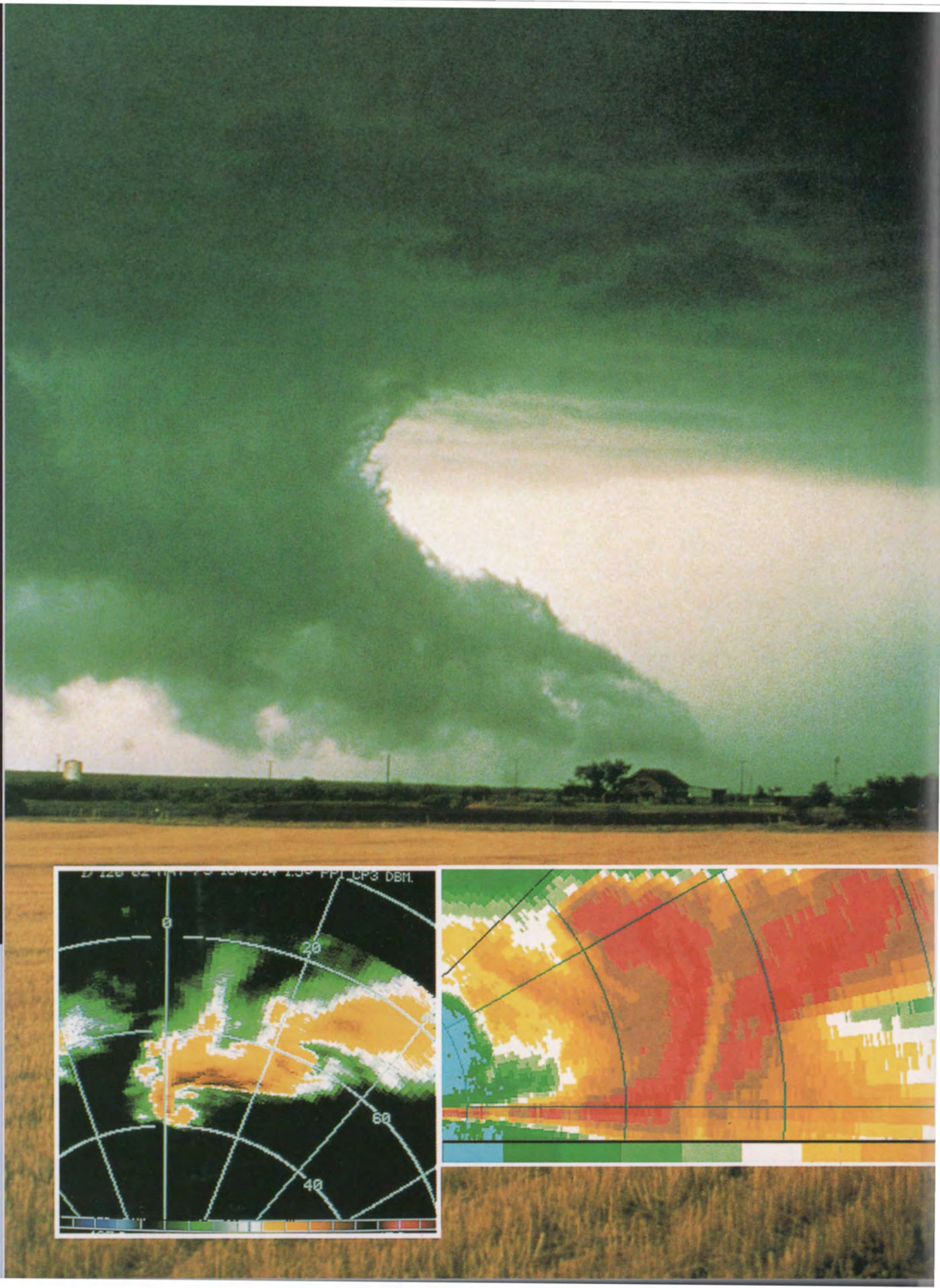
Çoğu "yıllık kasırga hattı" tablosuna bakıldığında, tekrarlanan hemen hiçbir düzen olmadığı görülür. Ancak, dünya çapında birkaç onyıllık tablolara bakıldığında belli bir düzen var gibidir. Kasırgalar, tayfunlar ve tropik siklonlar yalnızca Atlantik'in belli bazı batı bölgelerinde, doğu Pasifik'te, güney Pasifik'te, kuzeybatı Pasifik'te ve güney ile kuzey Hint Okyanusları'nda kaynaklanır. İşin ilginci, güney Atlas Okyanusu'nda hiç fırtına olmamasıdır; ta ki 2004'teki ilk kayıtlı fırtınaya dek. Fırtınalar ekvatorun 4-5 °K ve G enleminin ötesine nadiren geçer, ekvatoru ise asla geçmezler. Yılın belli dönemlerinde çok daha yaygın görülürler ve sözkonusu dönemler okyanusa göre değişiklik gösterir. Örneğin, Ağustos ve Eylül, Atlas Okyanusu için kasırgaların artış gösterdiği dönemdir.

Enlem konusu kolayca açıklanabilir. Dünya'nın kendi etrafında dönüşüne bağlı olarak hava (dolayısıyla fırtına) çukur bölgelerin etrafında dönme eğilimi gösterir; Coriolis kuvveti etkisi de işte budur.

Kendi etrafında dönen Dünya'nın rüzgâr akışı üstündeki etkisi ekvatora olan mesafeyle birlikte



Aşağıda: **Bir kasırganın kesiti. 1999'da Atlas Okyanusu'nda görülen Floyd Kasırgası'na ait bu dikey kesit, fırtına gözündeki yağmur damlalarından radar yansımasını ölçen hava aracıyla çekildi. Kesit 20 km yükseklikte ve 120 km eninde. Grafikteki + işareti gözün yerini belirtiyor. Yağmurun en yoğun olduğu bölüm sarı ve turuncuyla belirtilmiş. Floyd'un ara bölgede daha az yağmurlu olmak üzere, iç ve dış göz duvarından oluşan çift göz duvarlı bir yapısı vardı. "Yoğun kasırgalarda sıkça görülen bir yapı"ydı bu (*Divine Wind* [İlahi Rüzgâr], Kerry Emmanuel).**


DBM
0
20
60
40

artar; ekvator noktasında ise sıfırdır. Dönmenin başlaması -ve sürmesi- için kasırgaların Yerküre dönme hareketinden yardım almaları gerekir. Kasırgalar ekvatordan ne denli uzak kalırlarsa, o denli çok yardım alırlar.

Kasırgaların ayrıca okyanustan gelen ısıya gereksinimi vardır. Bu gerçek de kasırgaların neden belli bölgelerde doğduğunu açıklar. Okyanus yüzeyinin ılık olabilmesi için kasırganın ekvatora yeterince yakın, dönmenin başlaması içinse yeterince uzak olması gerekir. Kasırga oluşumunun eşik derecesinin 26°C olduğu anlaşılmıştır. Yılın farklı mevsimleri için "26°C izoterm haritası" çıkarılsaydı, kasırgaların onların içinde doğduğu görülürdü. Bu sıcaklık derecesinde ve üstünde okyanus yüzeyi üzerinde esen rüzgârlar, hem okyanusla doğrudan temas, hem okyanus serpintisi, hem de okyanus suyunun buharlaşması sayesinde yeterli ısı toplayabilir. Suyun buharlaşması için gerekli ısı, okyanus rezervuarından emilir ki, bu yüzden de rezervuar soğur. Bir kasırganın ABD güney kıyısından geçişi öncesi ve sonrasında çekilen okyanus sıcaklığı uydu fotoğrafları, açık okyanusta 3°C'nin üstünde bir soğumayı gözler önüne serdi. Bu soğuma iki haftadan fazla sürer, yüksek enlemlerde veya kıyı şeridine yakın okyanus bölgelerinde ise daha fazla soğuma da gözlenebilir.

Hortumlara kıyasla kasırgalar hayli öngörülebilir doğa olaylarıdır. Hortumlar özellikle de ABD'nin ortabatısında, nadiren Afrika'da ve ara sıra da Hindistan'da herhangi bir yerde ortaya çıkabilir. Hortumlar ürkütücü derecede güçlü bir rüzgâr hızına, çok kısa bir ömre -genellikle 10 dakika, maksimum 2 saat, eni 50 metreden, boyu 10 km'den az olmak üzere tuhaf derecede lokalize bir hatta sahiptir. Hortumların yalnızca yüzde 0.5'i, 160 km'nin üzerinde yol alır. Biçim olarak uzun, ince bir ipe, fil hortumuna veya kalın, tersyüz olmuş bir çana benzerler. Sağlam bir evi yerle bir etmek, hatta bir bütün halinde alıp başka yere taşımak, bir okul otobüsünü uçurup, bir sınıfın içine tepe taklak indirmek, bir turşu kavanozunu 40 km boyunca kırmadan taşımak, bir tavuğun tüylerini yolmak veya bir telgraf direğinin tellerini açarak, içine saman parçası sokmak hortumlar için işten değildir. Ayrıca hortumlar düzenli olarak can alırlar. En ölümcüllerinden biri 1925 Mart'ında, üç ayrı ortabatı ABD eyaletinde 689 cana mal oldu.

Hortum takipçiliği, hem bilimciler hem de amatörler arasında iyi bilenen aktivitelerden biridir. Ancak, bariz güçlükler ve hortumları ölçmenin tehlikeleri düşünüldüğünde, bu bilimin henüz emekleme devrinde olduğunu söylemek yanlış olmaz. Hortumların maksimum rüzgâr hızları bile halen tartışma konusudur. Hortumların içine bilimsel aygıtlar bırakma konusunda çeşitli girişimler olduysa da, mevcut bilgilerin çoğu Doppler radarı ve fotoğrafçılıkla elde edildi. Fotoğrafların da ortaya koyduğu üzere, hortumların yapısı olağanüstü karmaşıktır. Genelde birden fazla girdapları vardır, kimi zaman mini girdaplardan biri, ana girdabın tersine, saat yönünde döner. Kuzey yarımkürede, doğanın tüm kurallarını yıkarak ana girdabı saat yönünde dönen bazı girdaplara da birkaç kez rastlanmıştır. Kayıtlara geçmiş böyle bir kasırga ise bulunmamaktadır. Meteorolog Howard Bluestein *Tornado Alley*'de şu itirafta bulunuyor: "Hortum tipinde olsun veya olmasın, fırtınaların oluşma nedenini halen tam olarak anlayabilmiş değiliz."

Yan sayfa: **Bir süper-hücre fırtınası. Süper-hücreler, birbirinden ayrı yukarı çekiş ve aşağı çekiş bölgeleri olan, uzun süreli fırtınalardır. Yukarı çekiş bölgesinin yağmursuz bir bölümü altındaki içeri doğru akan, güçlü ve yukarı yönelik hareket ve rüzgârlar, alçak konumlu, yaka biçimli bir "buluttan duvar" oluşturabilir. Hortumlar genellikle, resimdeki gibi, buluttan bir duvarın içinden çıkar. Doppler radarı** (bkz. sayfa 102) **bazen bu oluşumu, hortum henüz görünmeden tespit edebilir. Radar ekranındaki fırtına yağmur şemasında görülen "olta" şekilli yansılar** (altta solda)**, hortumla ilişkilendirilir. Burada, biri sol uçta, diğeri ise sağ üstte olmak üzere iki adet olta şekilli yansı görülüyor. Radar aynı zamanda hortumun dikey kesitini de gösterebilir** (sağ altta)**. Bu kesit yerden başlayarak hortum süper-hücresinin tepesine dek "minyatür bir kasırga gözü" gibi genişleyen, merkezdeki içi boş denebilecek "zayıf yansı deliği"ni de gözler önüne seriyor (Howard Bluestein).**

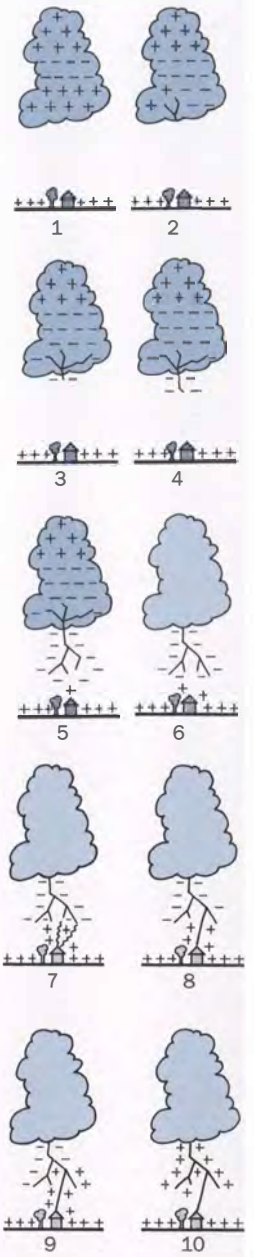
Şimşek



Bir şimşek çakması genellikle saniyenin birkaç onda birlik süresi boyunca devam eder. Tek bir çakma, (en yaygını olan) 3 veya 4 çakma, veya 20 ila 30 çakma gerçekleşebilir. Şimşek çakması birbirinden genelde saniyenin binde 40 veya 50'si aralıkla gerçekleşir, titreşimli görünümü de bundan kaynaklanır. Elektrik akımı çoğu zaman 10,000-20,000 amperdir ama kimi zaman yüz binlerce ampere de erişebilir. Yıldırım saniyenin milyonda birkaçı kadarlık bir süre içinde, yine birkaç milyon voltluk bulut-yer potansiyel farkı arasında atlama yapar.

Sözkonusu sürecin büyük bir kısmı halen gizemini koruyor. Fırtına bulutunun neden iki pozitif bölge arasına sıkışmış negatif yüklü bir bölgeden ibaret, üç kutuplu yapıda olduğunu bile bilmiyoruz. Elektrik deşarjı genellikle negatif bölgede başlar (1) ve "basamaklı merdiven" gibi aşağı doğru yayılır (2-6). Yere yakın bir noktada yukarı doğru hareket eden pozitif yükle karşılaşır (7) ve ardından bir ışık çakmasıyla birlikte "dönüş darbesi" yerden buluta atlar (8-10). Merdivenli basamak özel kameralarla görülebilir ama gözümüzle gördüğümüz o parlak ışık aslında dönüş darbesidir. Dönüş darbesi ışık hızının hemen hemen üçte biri hızla hareket eder, havayı 30,000°C'ye kadar ısıtır ve kendisini gök gürültüsü biçiminde duyuran, 100 atmosfer basıncı üretir.

Benjamin Franklin'in ilk uçurtmayı uçurmasından 250 yıl sonra, yani 2002'de bilimciler, arkalarından uzanan iletken telleri ahşap bir kuleyle toprakladıkları küçük roketleri atarak Florida fırtınasında yıldırım oluşturdular. Yer aygıtları beklenmedik şekilde X-ışını patlamaları tespit etti. "İnsanlar, Süpermen gibi X-ışını görüşüne sahip olsalardı, yıldırım gözümüze alışkın olduğumuzdan çok farklı görünürdü" diyor fizikçi Joseph Dwyer. Basamaklı merdiven aşağı doğru çatallandıkça "bulutlardan aşağı inen bir dizi ani parlak ışık görürüz. Işıklar yere yaklaştıkça güçlenirler ve dönüş darbesinin başladığı anda çok yoğun bir patlamayla son bulurlar. Her ne kadar bunu izleyen akım, görünür ışıkta parlak gibi gözükse de, X-ışınlarıyla siyah görünür." X-ışınlarıyla yapılan ayrıntılı çalışmaların sonucunda henüz şimşek konusunda, üstünde anlaşılan teorik bir model geliştirilebilmiş değildir.



Yukarıda: **Şimşek. (Açıklama için metne bakınız.)**

Solda: **Fırtınaların içine tel taşıyan roketler yıldırımı tetikleyebilir ve ölçebilirler.**

İklim Değişikliği

Atmosferimizin yüzde 99'unun -nitrojen ve oksijen- yalıtım özelliği yoktur. Geriye kalan yüzde birlik bölüm ise bir örtü görevini gören ve yaşamın sürmesini sağlayan sera gazlarından oluşur. Bunların en önemlileri karbondioksit, metan, nitrozoksit, ozon ve kloroflorokarbonlardır (CFC'ler). Sözkonusu gazlar, ısının bir türü olan ve seralardaki panellere, birebir olmasa da, bir anlamda benzeyen kızılötesi radyasyonu emerler.

Gerçek bir serada görünür radyasyon içeri girer, koyu renkli bitkiler tarafından emilir ve sonra bu bitkiler tarafından kızılötesi ışınım olarak kısmen yeniden yayılır. Seranın camı uzun dalga boyuna sahip radyasyona karşı geçirmez olduğundan, yeniden yayılan ışığın büyük kısmı seradan kaçamaz. Bu nedenle de sera içerisindeki atmosfer ısınır ve sıcaklığı dışarıdaki havanın oldukça üstüne çıkar.

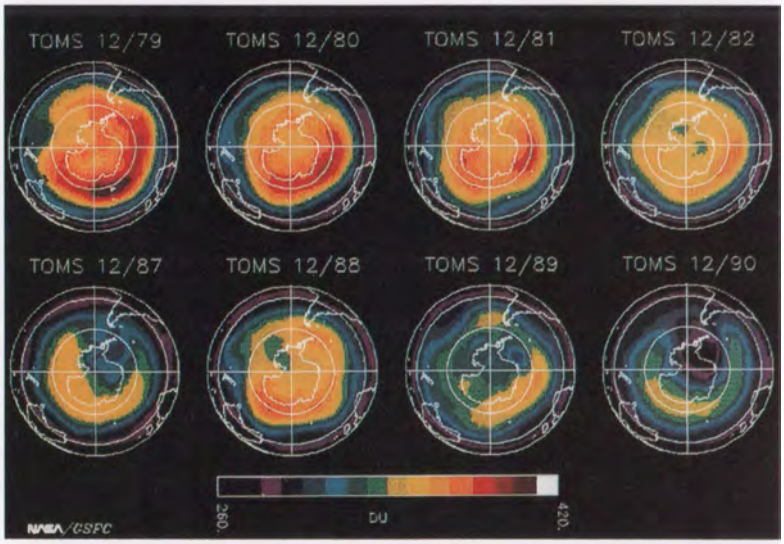
Yerküre serasında ise Güneş radyasyonu, Yerküre'nin yüzeyi tarafından emilir ve kızılötesi ışınım olarak atmosfere geri yayılır. Bu ışınım atmosferde sera gazları, ardından bulutlarda su buharı tarafından emilir ve sonra kısmen yeniden yayılır. Işınımın (yüzde 12 gibi) önemli bir bölümü (gerçek seranın aksine) uzaya kaçar, ama büyük bir bölümü de aşağı yansıyarak, hem alt atmosferi, hem de yüzeyi ısıtır. Tayfölçerlerle uzaydan ölçülen Yerküre sıcaklığı -19°C'dir, ama atmosfer içinden ölçüldüğünde ortalama sıcaklık +14°C'dir. İnsanlar için hayati önem taşıyan 33°C'lik bu farka sera etkisi denir.

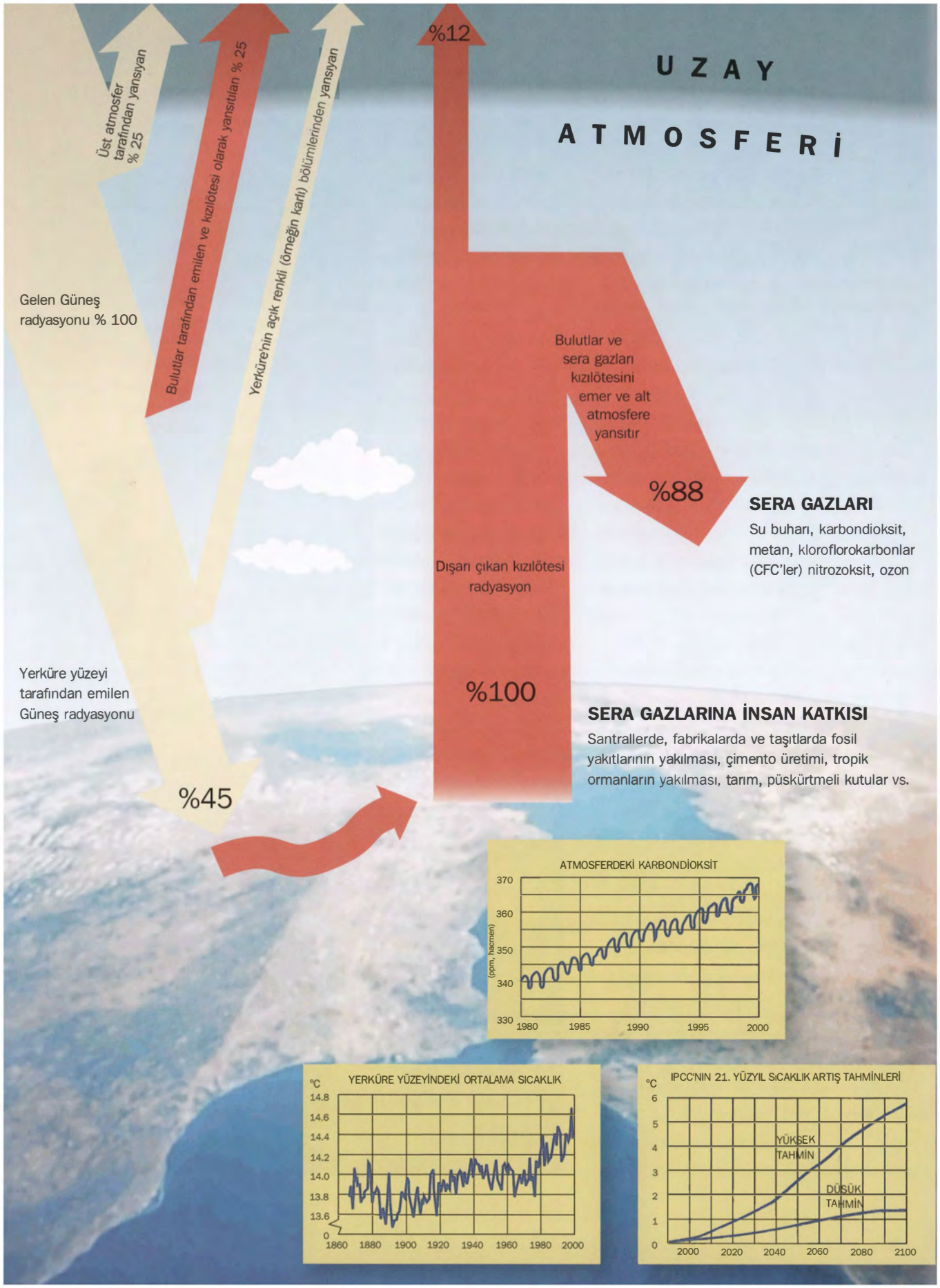
Bugün yaşadığımız sorun, sera etkisinin gitgide artması ve Yerküre ortalama sıcaklığını yükseltmesidir. Bunun nedeni de neredeyse kesin şekilde, insan faaliyetiyle yayılan sera gazlarıdır. Bunların başında ise fosil yakıtın yakılmasıyla ortaya çıkan karbondioksit gelir. 20. yüzyıl boyunca karbondioksit konsantrasyonu keskin bir artış gösterdi ve yüzyıl sonunda 370 ppm'ye ulaştı. Bu rakam endüstri devriminin başlangıcına denk gelen 1750'de 275 ppm olan seviyeden üçte bir oranında fazlaydı. Büyük bir titizlikle analiz edilen sıcaklık kayıtlarına göre, 1900-2000 arasında Yerküre ortalama sıcaklığı (0.2°C belirsizlikle) 0.6°C arttı ve en sıcak yılların neredeyse tamamı 1990'lara denk geldi. Dünya ikliminde insan eliyle gerçekleştirilen çok büyük ölçekli bir iklim değişikliği önümüzde duruyor. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Grubu'nun (IPCC) 2001'de yaptığı açıklamaya göre, 21. yüzyılın sonuna gelindiğinde ortalama sıcaklık, karbon emisyon seviyesine bağlı olarak 1990'dan 1.4-5.8°C daha yüksek olacak. Bu da medeniyet üzerinde yıkıcı etkiler yaratacak (bkz. bir sonraki sayfada yer alan şekil).



Atmosfer kimyageri ve iklimbilimci Charles David Keeling (1928-2005). Keeling 1957-8'de Hawaii, Mauna Loa'da ve güney kutbu Antarktika'da titiz atmosferik karbon ölçümlerine başladı. Ölçümler sonucunda konsantrasyon artışı ilk kez ortaya çıktı.

Aşağıda: **Antarktik ozon deliği. 1980'lerde Antarktik ozonda düzenli bir azalma gerçekleşti. Resimdeki kırmızı ve sarılar yüksek konsantrasyonu, mavi ve mor ise düşük konsantrasyonu belirtiyor. Azalmanın nedeni kloroflorokarbonlardı (CFC'ler).**




UZAY
ATMOSFERİ
%12
Üst atmosfer tarafından yansıyan % 25
Bulutlar tarafından emilen ve kızılötesi olarak yansıtılan % 25
Yerküre'nin açık renkli (örneğin kar!) bölümlerinden yansıyan
Gelen Güneş radyasyonu % 100
Bulutlar ve sera gazları kızılötesini emer ve alt atmosfere yansıtır
%88
SERA GAZLARI
Su buharı, karbondioksit, metan, kloroflorokarbonlar (CFC'ler) nitrozoksit, ozon
Dışarı çıkan kızılötesi radyasyon
%100
Yerküre yüzeyi tarafından emilen Güneş radyasyonu
%45
SERA GAZLARINA İNSAN KATKISI
Santrallerde, fabrikalarda ve taşıtlarda fosil yakıtlarının yakılması, çimento üretimi, tropik ormanların yakılması, tarım, püskürtmeli kutular vs.
ATMOSFERDEKİ KARBONDİOKSİT
(ppm, hacmen)
370
360
350
340
330
1980
1985
1990
1995
2000
YERKÜRE YÜZEYİNDEKİ ORTALAMA SICAKLIK
°C
14.8
14.6
14.4
14.2
14.0
13.8
13.6
0
1860
1880
1900
1920
1940
1960
1980
2000
IPCC'NIN 21. YÜZYIL SICAKLIK ARTIŞ TAHMİNLERİ
°C
6
5
4
3
2
1
0
YÜKSEK TAHMİN
DÜŞÜK TAHMİN
2000
2020
2040
2060
2080
2100

Jeolojik Çağlar

ÜST ÇAĞ	ÇAĞ	DEVİR	DÖNEM	YAŞ
FANEROZOİK	SENOZOİK	NEOJEN	HOLOSEN	0.012
			PLEİTOSEN	1.8
			PLİOSEN	5.3
			MİOSEN	23
		PALEOJEN	OLİGOSEN	34
			EOSEN	56
			PALEOSEN	65
	MEZOZOİK	KRETASEUS		146
		JURASİK		200
		TRİASİK		251
	PALAEZOİK	PERMİYEN		299
		KARBONİFERYUS	PENSİLVANYA	318
			MİSSİSSİPPİ	359
		DEVONİYEN		416
		SİLÜRİYEN		444
		ORDOVİSYEN		488
		KAMBRİYEN		542
PROTEROZOİK				2,500
ARKEYAN		DÜNYA'NIN ORTAYA ÇIKIŞI		4,550

İncil'in Yaratılış bölümünde dünyanın oluşumu yedi gün sürer ve bunu bir sel takip eder. Dünya yaşının ise aşağı yukarı 6000 yıl olduğu anlaşılır. Buna 1785'te inandırıcı bir bilimsel alternatif getiren ilk jeolog James Hutton'dı. Kendisi bu nedenle jeolojinin babası olarak anılır. Ülkesi İskoçya'nın kayalarını kanıt olarak gösteren Hutton, tekbiçimcilik ilkesini ileri sürdü. Bu ilkeye göre halihazırda gözlemlenen erozyon ve yanardağ patlaması gibi jeolojik süreçler geçmişte de genel bir tekbiçimlilik içinde gerçekleşmiştir. Ancak, bunun gerçek olabilmesi için muazzam uzunlukta süreler gerekmektedir, Yerküre'nin ise muazzam yaşlı olması gerekir.

19. yüzyılın ilk yarısında yeni jeoloji bilimi bu süreleri üst çağlara, çağlara, devirlere ve dönemlere ayırarak, jeolojik sütunu yarattı. Bu işlemi de tabakaları, yani kayaların yerleşim düzenini ve fosilleri, yani bu kayaların içindeki canlı kalıntılarını inceleyerek gerçekleştirdi. Prensipte -örneğin, eriyik bir kayanın neden olduğu gibi, sonraki bir hareketle iki tabaka yer değiştirmemişse- üstüste iki tabakadan, üstteki daha gençtir. Öte yandan fosiller de, bir süre sonra sonlanan belli süreçlere ait tanınabilir gruplar oluştururlar. 1990'lara gelindiğinde günümüzde başvurulan jeolojik sütun, genel haliyle benimsenmişti.

Ardından, 20. yüzyılda, kayalardaki radyoaktif elementlerin bozunum oranını temel alarak işleyen radyometrik tarihlemenin gelişmesiyle birlikte jeologlar, jeolojik sütuna kesin tarihler yerleştirebildi. Örneğin, Mesozoik çağın Jurasik devrinin



Yukarıda: **Jeolojinin babası James Hutton (1726-97), John Kay'in karikatüründe görülüyor. Hutton'un tartışmalı Yerküre teorisinden kısa süre sonra yayımlanan karikatürde Hutton, eleştiride bulunanların yüzlerine benzer kayaları çekiçle döverken gösteriliyor.**

Solda: **Mevcut haliyle temel jeolojik sütun. Devir ve dönemlerin süresi genelde tartışmalıdır ve jeologlar tarafından düzenli olarak gözden geçirilir. (Yaş, milyon yıl önce biçiminde belirtilir.)**

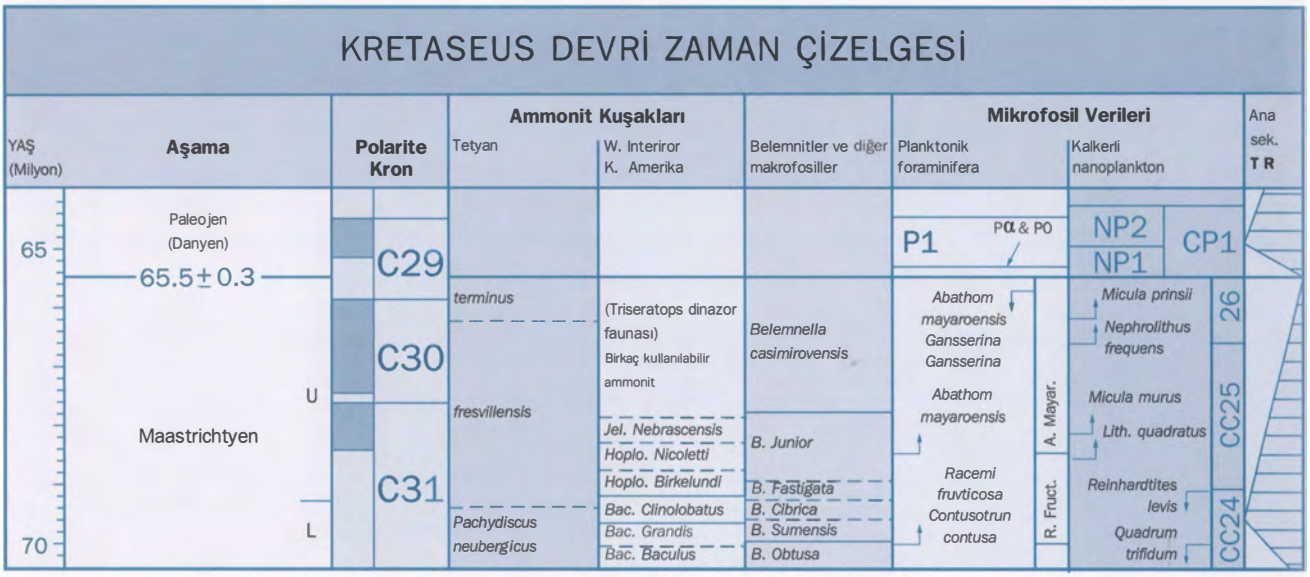
uzunluğu 2000 yılında, 146 ila 200 milyon yıl önce biçiminde tarihlendi. Daha ayrıntılı belirtmek gerekirse, uranyum-kurşun tarihlemeye göre Jurasik-Triasik sınırının yaşı (0.3 milyon yıl belirsizlikle) 199.6 milyon yıldır. Bilimciler bu sonuca, Batı Kanada kıyıları açıklarında, Kunga Adası'ndaki Triasik tabakanın en üst katında yer alan volkanik süngertaşından elde ettikleri mineral zirkon numunelerine ait iki uranyum izotopunun kurşun izotoplarına dönüşümünü ölçerek ulaştılar (bkz. sayfa 86-7).

Ne var ki jeolojik sütunda ve zaman çizelgesinde çeşitli sorunlar mevcut. Öncelikle, belli bir ülkede bir tabakaya verilen isim, başka bir ülkenin jeologları için neredeyse anlamsız olabilir. İngiliz jeolog Patrick Wyse Jackson'a göre, "ABD'de Ordovisyen devreler için kullanılan isimler, pek çok Avrupalı jeolog için Sırp-Hırvat dili kadar anlaşılmazdır: Kanadiyen, Kazyen, Blackriveriyen, Trentoniyen ve Cincinnatiyen. Bunlar aşağı yukarı İngiltere'deki şu devrelere karşılık gelir: Tremadoc, Arenig, Llanvim, Llandeilo, Caradoc ve Ashgill." İkincisi, radyometrik tarihler, farklı kayalar ve tekniklere bağlı olarak büyük ölçüde değişiklik gösterir. Bu sorun aynı zamanda nispeten yakın geçmişe ait arkeolojik numunelerin karbon tarihlemesini de etkiler. 1987'de, Jurasik devrenin 131 milyon yıl önce son bulduğu tahmin ediliyordu. Bu tahmin mineral glokonitin potasyum-argon tarihlemesi temel alınarak belirlenmişti. Ama sonraları argonun bu mineralden dışarı sızarak, glokoniti olduğundan genç gösterdiği anlaşıldı. Bugün Jurasik devrenin bitişi olarak 146 milyon yıl öncesi kabul ediliyor ve bunun için, sayfa 121'deki jeolojik sütunda gösterildiği gibi, bazaltın potasyum-argon tarihlemesi temel alınıyor. Jackson'a göre "Jeolojik sütun, evrilmeyi sürdürüyor."



Dendrokronoloji. Halkaları sayılarak ağacın yaşı öğrenilebilir. Resimde görülen numune, güneybatı ABD, Arizona'daki, Kırık Flüt Mağarası'nda yer alan bir çukur evin dikey çatı desteğine ait. Araştırmacının çubuğu MS 543 halkasının üzerinde duruyor.

Aşağıda: **Kretaseus devri zaman çizelgesinden bir bölüm. Bölüm 65-70 milyon yıl önceki devrin sonunu içeriyor. Fosil kayıtlarına göre dinozorların soyu bu aralıkta tükendi.**



Tektonik Plakalar

1911'de, Afrika ile Güney Amerika'nın Atlantik kıyılarının birbiri ile dikkat çekici uyumluluğu üzerine kafa yoran çok yönlü meteorolog ve gökbilimci Alfred Wegener, sonunda bir kıtasal sürüklenme gerçekleştiğine kanaat getirdi. Wegener'in Pangaea ("tek kıta") adını verdiği bir megakıta kırılarak ayrılmış ve parçaları milyonlarca yıl sonra bugünkü kıtasal şeklini almıştı. Ne yazık ki Wegener'in ileri sürdüğü temel görüş doğru olduğu halde, sunduğu mekanizma ve hareketin oranına ilişkin hesapları hatalıydı. Bu nedenle de hareket eden kıta görüşü 1960'lara dek bilimcilerin büyük çoğunluğu tarafından reddedildi. Ama 1960'larda sözkonusu görüşü destekleyen birbirinden farklı kanıtların sayısı öyle arttı ki, Yerküre biliminde ister istemez bir devrim yaşandı.

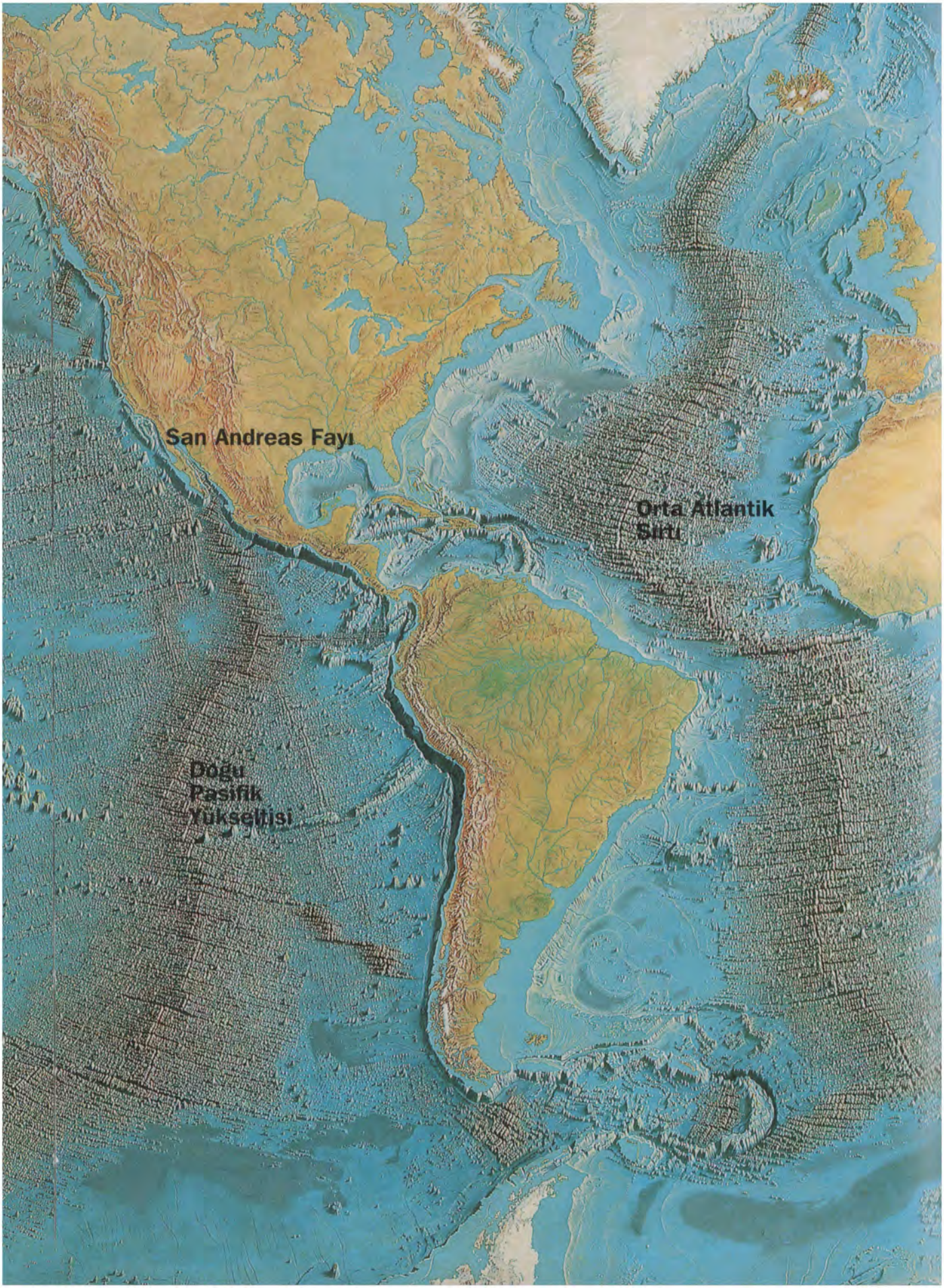
İlk kanıtlar Atlas Okyanusu'nun tabanından geldi. Orta Atlantik tabanındaki dağların varlığından 1850'lerden beri şüpheleniliyordu. 1947'de bilimciler zamanın en gelişkin iskandiliyle bu Orta Atlantik Sırtı'nın biçimini belirlemeye başladılar. Sırtın Atlantik merkezinden başlayarak, her iki kıyıya da aşağı yukarı eşit mesafede uzadığı ortaya çıktı. Deniz tabanından alınan numuneler sırttaki kayaların yanardağ kökenli ve beklenenden çok daha genç olduğunu ortaya koydu. Ayrıca okyanus tabanında, bu alanların Yerküre tarihinin erken dönemlerinde oluştuğunu ileri süren teoriye dayanarak öngörülenden çok daha az tortuya rastlandı. Konuyla ilgili jeologlardan Bruce Heezen tüm bunlardan öyle etkilendi ki, teknik asistanı Marie Tharp'la birlikte dünyanın dört bir yanından derinlik kayıtları toplamaya ve bu kayıtlardan yararlanarak okyanus tabanlarının ilk profillerini ve üç boyutlu haritalarını oluşturmaya başladı (bkz. arka sayfa). Heezen haritanın üstüne Atlantik depremlerinin merkez üslerini bindirdiğinde, birden depremlerin Orta Atlantik Sırtı'nın derin vadisinde gerçekleştiğini fark etti.

1960'larda ileri sürülen tektonik plaka teorisine göre aslında sert yapılı kıtalar esnek Yerküre kabuğunun içinde sürüklenmiyor, Yerküre kabuğu birkaç iri ve katı yapılı plakadan meydana geliyordu. Bu plakaların kimi kıyıları yanardağ faaliyetiyle büyürken, kimileri de harap oluyordu. Yine bu plakalar, Yerküre'nin sıcak çekirdeği ve çekirdek kabuğundaki konveksiyon akımlarıyla hareket ediyordu. Bir plaka, diğer plakalarla üç tip sınır oluşturuyordu: İki plakanın gitgide büyüdüğü okyanus sırtları/gedikleri; bir plakanın diğerinin altında ezildiği ("dalma-batma") okyanus hendekleri; ve "geçişli fay" denen ve büyüme ya da küçülme göstermeyen plakalar. Sınır tiplerinin her biri hem karada hem de sualtında yanardağ ve deprem üretiyordu. Örneğin, İzlanda yanardağları okyanus sırtının, Karayip yanardağları dalma-batma kuşaklarının, California, San Andreas fayındaki depremler ise bir geçişli fayın ürünüdür. Tektonik plakalar Büyük Okyanus civarındaki "ateş çemberleri"ni başarıyla açıklar ama plaka sınırlarına uzak yerlerdeki yanardağ ve depremleri açıklamakta yetersiz kalır; örneğin, Hawaii ve İtalya yanardağları ile orta ABD ve orta Hindistan depremleri.



Alfred Wegener (1880-1930), Grönland'da. Wegener, 1906'dan itibaren kuzey kutbuna üç bilim seferi gerçekleştirdi ve yine orada öldü. Ölüm ilanlarında bir kâşif ve meteorolog olarak övgüyle anılıyor ama tartışmalı kıtasal sürüklenme teorisinden pek söz edilmiyordu. Sözkonusu teori 1915'te Almanca, ardından Fransızca, İsveçce, İspanyolca, Rusça ve İngilizce olarak (*The Origin of Continents and Oceans [Kıta ve Okyanusların Kökeni]* adıyla) yayımlanmıştı.

Arka sayfa: **Orta Atlantik Sırtı'nı ve Doğu Pasifik Yükseltisi'ni gösteren okyanus taban haritasının bir bölümü. Doğu Pasifik Yükseltisi karada San Andreas Fayı'na dönüşür. Orta Atlantik Sırtı'nın ölçümleri Atlas Okyanusu'nun bir bütün olarak yılda yaklaşık 1.8 cm oranında genişlediğini ortaya koyuyor. Bu temel görüşe göre Kuzey Atlantik yaklaşık 100 milyon yıl önce yarıldı.**


San Andreas Fayı
Orta Atlantik Sırtı
Doğu Pasifik Yükseltisi

Depremler

18. yüzyıl ortalarına dek depremler tanrıların hüküm alanına dahildi. Örneğin, Japonlar depremleri, yerin altındaki çamurun içinde yaşadığı söylenen devasa kedi balığı *Namazu*'nun işi olarak görüyordu. Namazu'nun muzipliklerine ancak sakıngan tanrı Kaşima engel olabiliyordu ve bunu da Namazu'nun başı üstüne yerleştirdiği kocaman kayayla başarıyordu. Kaşima tedbiri biraz elden bırakınca, *Namazu* arsızca kıvranıp duruyordu.

1750 tarihli kaygı verici Londra sarsıntılarının ve 1755'teki korkunç Lizbon depreminin ardından gökbilimci ve jeolog John Mitchell, depremlerin "yerin millerce altında yer değiştiren kaya kütlelerinden kaynaklanan dalgalar" olduğunu ileri sürdü. Mitchell'a göre birbirini takip eden iki dalga türü vardı ve farklı bölgelere varış zamanları ölçülerek, dalgaların hızı ile depremin merkezi belirlenebilirdi. Bu son düşüncesi bir yüzyıl kadar uygulanmasa da, öne sürdüğü temel prensip merkez üssü belirlemede (yerüstü bölge) halen kullanılıyor.

1857'de İtalya'dan Londra'ya ulaşan bir deprem raporu, mühendis Robert Mallet'in dikkatini Napoli krallığına yöneltti. Hasarın her ayrıntısını eğitimli gözleriyle inceleyen Mallet, izosismik haritaları, diğer bir deyişle eşit hasar/şiddete sahip konturları üstüste dizdi. Bu teknik de bazı düzeltilerle günümüzde sismik tehlike haritası oluşturmada halen uygulanıyor. Mallet haritalar sayesinde sarsıntının merkezini ve depremin görece büyüklüğünü tahmin etmeyi başardı. Yirmi yıl sonra da dünya deprem hareketliliği kataloğunu derledi. Katalogda konuyla ilintili etkileri içeren notların yanısıra, tarih, yer, şok dalgası sayısı, olası yönelim ve sismik dalgaların süresi bilgilerini de kapsayan 6831 örnek yer alıyordu. Mallet'in bu bilgilere dayanarak oluşturduğu ve geçerliliğini halen sürdüren dünya haritası, depremlerin Yerküre üstünde belli birtakım kuşaklarda toplandığını ortaya koyan ilk belgeydi. Depremin *şiddetinin*, genelde gazetelerde verilen depremin *büyüklüğü* bilgisi ile karıştırılmaması gerekir. Şiddet de tıpkı büyüklük gibi depremin boyutunu ölçer ama büyüklük bir sismograf sarkacının titreşimine bakarak hesaplanırken (bkz. sayfa 74), şiddet insan eliyle yapılmış yapılarda oluşan görünür hasarı, Yerküre yüzeyindeki değişiklikleri ve örneğin, depremin araba kullanan biri üstündeki etkisi gibi, hissedilen şiddeti temel alarak belirlenir. Şiddet insanların depremden sonra gördüklerini, büyüklük ise bilimsel aygıtların gördüklerini ölçer.



Bugün yaygın olarak kullanılan -kullanımda olan birkaç tane daha mevcuttur- şiddet ölçeği İtalyan sismolog Giuseppe Mercalli'nin 1902'de ürettiği modelin geliştirilmiş bir örneğidir. Ölçeğin önemli dezavantajları



Yukarıda: **Depremden hasar görmüş bir ekspres tren. Japonya'da ilk üretiliş tarihi olan 1964'ten sonra ilk kez bir ekspres tren 2004'te, (büyüklüğü 6.8 olan) bir depremle batı Japonya'da raydan çıktı. Ama tren, ulusal erken deprem uyarı sisteminden aldığı uyarı sayesinde, birkaç saniye içinde hızını saatte 216 km'den 200 km'ye düşürmeyi başardı. Ne var ki Japon takımadaları civarına yerleştirilmiş yaklaşık 1000 sismografı içeren bu sistem 2003'te, kuzey Japonya açıklarındaki 8.0 büyüklüğündeki depremi tespit etmekte başarısız oldu.**

Solda: **Merkez üssü belirleme. Sismogram bir depremin, sismografik istasyona olan merkez üssü mesafesini belirler. Üç ayrı istasyondan bunun gibi üç ayrı mesafe hesaplanırsa, kesişen üç çemberden yaralanılarak merkez üssünün yeri tam olarak tespit edilebilir. Resimdeki örnekte, 11 Mart 1967 tarihli, 5.5 büyüklüğündeki depremin merkez üssü 19.10 °K 95.80 °B'da yer alıyor (denizde, Meksika, Veracruz'un hemen doğusu).**

olduğu söylenebilir. Bir sonraki sayfaya göz atarak, Mercalli şiddeti'nin sübjektif yapısını ve bina yapım niteliğine dayalı olduğunu görmek mümkün. Bunlar kolayca belirlenebilen özellikler değildir. Örneğin, bir ev depremden zarar görmezken, hemen yanındaki görebilir. Ölçek ayrıca "kültür"e bağlıdır; taş ve betonarme binalara gelen hasar, örneğin, San Francisco'da önemliyken, bir Hint köyünde çok önemli değildir. Son olarak, ölçek gözlemcinin merkez üsse olan mesafesini göz önüne almaz; yakındaki bir sarsıntının şiddeti, uzaktakinden daha büyük sonucunu verebilir. Tüm bunlara karşın şiddet ölçekleri son derece yararlıdır, özellikle de yalnızca şiddetin öngörülebildiği 20. yüzyıl öncesi depremler düşünüldüğünde.

Son yıllarda depremlerin teknik uygulanabilirliği olan her açıdan ölçülmüş olmasına ve tektonik plaka teorisinin başarısına karşın, güvenilir bir yöntem geliştirildiği söylenemez. ABD Jeolojik



Araştırma Kurumu 1985'te, San Andreas Fayı'nda yer alan Parkfield'da 1992'nin sonundan önce, yüzde 95 olasılıkla 6 büyüklüğünde bir deprem olacağını öngördü. Deprem 2004'te gerçekleşti! Charles Richter'in 1958 tarihli sözleri hâlâ geçerliliğini koruyor: "Deprem tahmini, dizi üstünde bir tahtayı büken insanın, tahtanın neresinden ve ne

Loma Prieta depreminin yol açtığı hasar, San Francisco, Bay Bridge, 1989. Depremin büyüklüğü 7.1'di ve özet Değiştirilmiş Mercalli ölçeğine göre (1931 tarihli, aşağıda) **San Francisco'daki şiddeti XI idi ("Köprü hasarı").**

I Özellikle uygun koşullarda yalnızca birkaç kişi tarafından hissedilir.

II Özellikle binaların üst katında, hareketsiz birkaç kişi tarafından hissedilir. Hassas biçimde asılı duran cisimler sallanabilir.

III Kapalı mekânda, özellikle binaların üst katlarında oldukça belirgin hissedilir, ama pek çok kişi deprem olarak algılamaz. Duran motorlu araçlar hafifçe sallanabilir.

IV Gündüz vakti kapalı mekânda pek çok kişi, açık mekânda ise birkaç kişi tarafından hissedilir. Gece vakti bazı kişileri uyandırır. Tabaklar, pencereler, kapılar etkilenir; duvarlardan çatırdama sesi gelir.

V Hemen herkes tarafından hissedilir, pek çok insan uykusundan uyanır. Bazı tabaklar, penceler vs. kırılabilir, bazı yerlerde sıva çatlağı görülebilir, dengesiz duran cisimler ters döner. Sarkaçlı saatler durabilir.

VI Herkes tarafından hissedilir, çok sayıda kişi korkarak dışarı çıkar. Ağır mobilyaların bir kısmı yerinden oynar, bazı yerlerde sıva çatlağı veya baca hasarı oluşabilir. Hafif hasar görülür.

VII Herkes dışarı çıkar. İyi tasarlanmış ve inşa edilmiş bina ve yapılardaki hasar gözardı edilebilecek düzeydedir. Sağlam ve sıradan yapılarda hafif ile orta düzeyde, kötü inşa edilmiş veya tasarlanmış yapılarda önemli ölçüde hasar görülür.

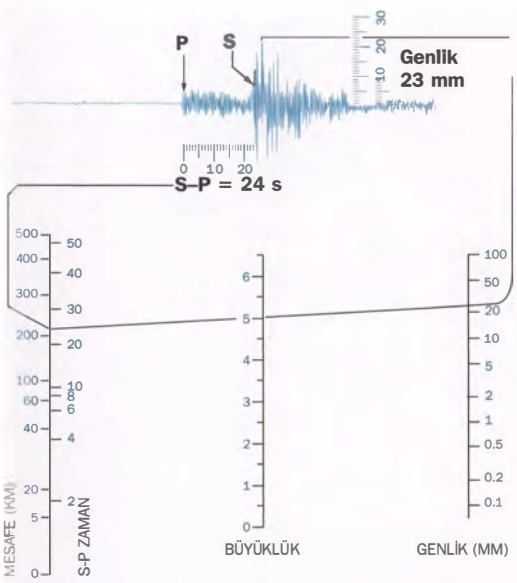
VIII Özel tasarlanmış yapılarda hafif hasar, sıradan ama dayanıklı binalarda ise önemli hasar ve kısmi yıkılma, kötü inşa edilmiş yapılarda ise büyük hasar görülür. Duvar panelleri çerçevelerinden fırlar. Bacalar, fabrika bacaları, sütunlar, anıtlar, duvarlar yıkılır. Ağır mobilyalar ters döner.

IX Özel tasarlanmış yapılarda önemli ölçüde hasar oluşur. Binalar temelinden oynar. Yer belirgin biçimde çatlar. Yeraltı boruları kırılır.

X Kimi sağlam ahşap yapılar yıkılır, çoğu duvar ve bina iskeleti, temeliyle birlikte yıkılır, yerde büyük çatlak oluşur. Raylar yamulur. Sular havzalarından taşar.

XI Birkaç (bina iskeleti) ayakta kalabilir. Köprüler yıkılır. Yerde geniş çatlaklar oluşur. Yeraltı boru hatları tamamen hizmet dışı kalır. Yumuşak toprakta kayma ve çökme oluşur. Raylar büyük ölçüde bükülür.

XII Topyekûn hasar oluşur. Neredeyse tüm yapılar büyük ölçüde hasar görür veya yıkılır. Yer yüzeyinde dalgalar görülür. Görüş hattı ve seviyesi çarpılır. Cisimler havaya doğru fırlar.



zaman kırılacağını tahmin etmeye çalışmasına benzetilebilir."

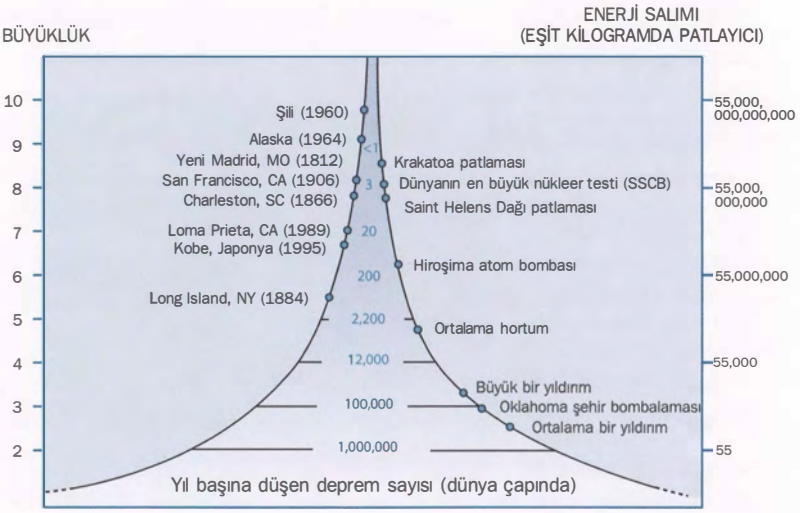
Sismologlar depremin büyüklüğünü sismograma kaydedilen sallanmaya ve sismogramın merkez üssüne uzaklığına göre hesaplarlar. Bu formül sismografın merkez üssüne mesafesiyle orantılı sallanmadaki azalmayı telafi eder. Hesaplar oldukça zorludur ve kullanımda olan birkaç ölçek mevcuttur. Bunlar içinde en iyi bilineni ise 1935'te California'lı sismolog Charles Richter tarafından yayımlanan Richter ölçeğidir. Ölçek ilk başta yalnızca yerel deprem büyüklüklerini ölçmekte kullanılıyordu, ama daha sonra değiştirilerek küresel kullanıma sokuldu. (Gazeteler genellikle "Richer ölçeği" ile ölçülmüş olsun veya olmasın depremin büyüklüğünü bu ölçekle ölçülmüş gibi belirtirler ki, bu da sismologları çileden çıkaran bir hatadır.)

Orijinal tanımına göre büyüklük, standart Wood-Anderson sismografı ile deprem merkez üssüne 100 km mesafeden kaydedilmiş, maksimum sismik dalga genliğinin (milimetrenin binde biri cinsinden) logaritmasıdır. Ölçeğin logaritmik olma zorunluluğunun nedeni ise deprem boyutlarının büyük ölçüde değişiklik göstermesi ve bunun da lineer ölçeği hantal kılmasıdır. Buna göre Richter ölçeğinde 1 derecelik büyüklük artışı, sallanmanın genliğinde 10 kat artışa denk gelir. 8 büyüklüğünde bir deprem yeri, 7 büyüklüğündeki depremin 10 katı, 6 büyüklüğündeki depremin 100 katı sallar. Ama merkez üssü yoğun nüfuslu bir bölgeye denk gelen 6 büyüklüğündeki bir deprem, 8 büyüklüğündeki bir depremden daha şiddetli ve yıkıcı olabilir.

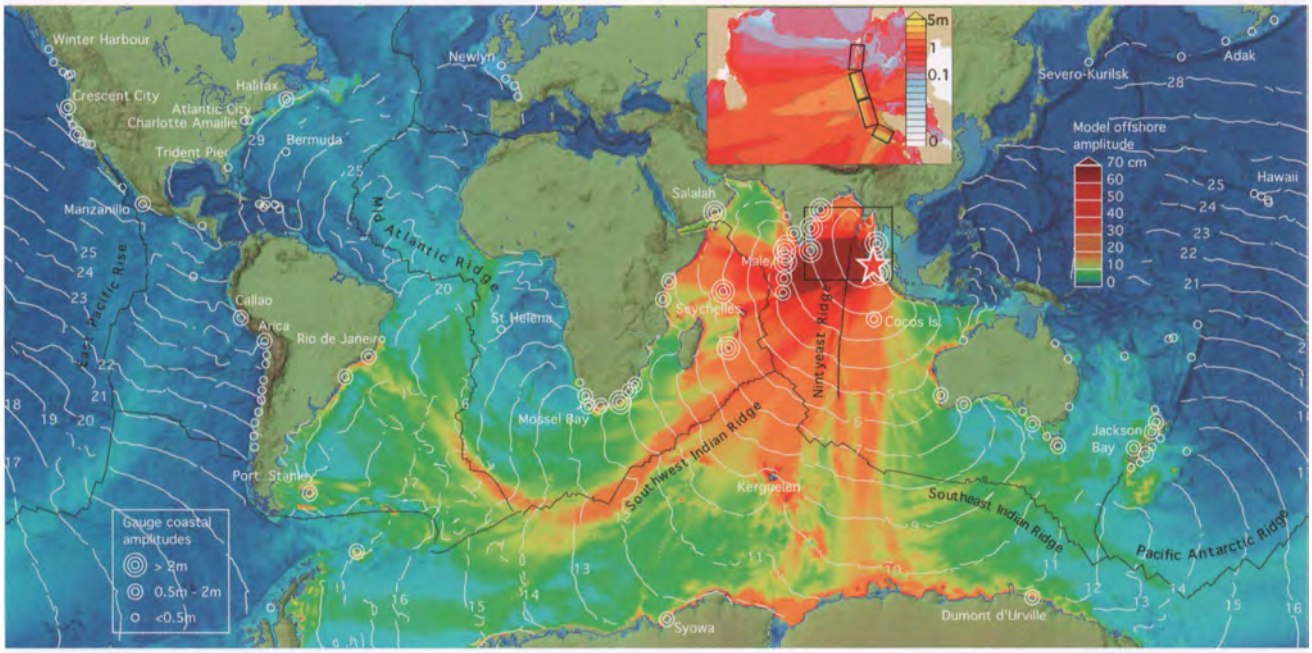
Richter büyüklükleri, yer tarafından salınan enerjinin logaritmik ölçeğine karşılık gelir. Her 1 büyüklük artışı ile sismik enerji yaklaşık 30 kat artar. Salınan enerjinin ölçüsünü bilmek, depremi nükleer veya volkanik patlamalarla karşılaştırma olanağı sağlar.

Solda: **Yerel bir depremin Richter büyüklüğünün hesaplanması. Sismograftan merkez üssüne olan mesafe, S ve P dalgaları arasındaki zaman aralığına göre belirlenir** (bkz. sayfa 74). **Burada sözkonusu rakam 24 sn, veya 200 km'den biraz fazla. Maksimum sismik dalga genliği, sismogramla doğrudan ölçülebilir ki, örnekte bu rakam 23 milimetredir. Sol ve sağ ölçekler üstündeki bu iki noktaya yerleştirilen bir cetvelle büyüklüğün 5.0 olduğu görülebilir.**

Aşağıda: **Sismik enerji salınımı. Bu grafik her yıl meydana gelen depremlerin toplam sayısını, büyüklük** (soldaki eksen) **ve enerji salımı** (sağdaki eksen) **açısından gösteriyor. Büyüklükteki 1 sayılık artışıyla birlikte salınan enerji yaklaşık 30 kat artar.**



Tsunamiler



1883 tarihli büyük Krakatoa yanardağ patlamasında yaşamını yitirenlerin çoğu tsunami kurbanıydı. Tsunami Java ve Sumatra arasındaki Sunda Boğazı'nda yer alan 165 köyü yerle bir ederek 36,000'den fazla kişinin ölümüne neden oldu. Dalga Güney Afrika'ya, hatta Manş Denizi'ne dek ulaştı.

2004'teki Sumatra-Andaman depreminin neden olduğu tsunami ise çok daha uzaklara gitti. Hint Okyanusu kıyısındaki ülkelerde yaşayan yaklaşık 300,000 kişi yaşamını yitirdi ve dalgalar Büyük Okyanus'un her yerinden ve kuzey Atlantik'ten kolayca tespit edildi. Bir tsunami ilk kez hem yüksek kaliteli dalga ölçerlerle yüzeyden, hem de yükseklik ölçme amaçlı tasarlanmış uydu geçişleriyle uzaydan ölçülebildi. Elde edilen veriler Most Modeli (bölünen tsunami yöntemi) diye bilinen ve büyük bir titizlikle test edilen bir açık okyanus dalga yayılımı bilgisayar simülasyonunda kullanıldı. Küresel tabloda yer alan, Vasily Titov ile iş arkadaşlarının yarattığı renkler, 44 saatlik simülasyon boyunca hesaplanan maksimum tsunami yüksekliklerini ortaya koyuyor. Konturlar dalgaların hesaplanan varış zamanını, halkalar ise dalgaların üç ayrı alan kategorisindeki yerleri ve genliklerini gösteriyor. Ekli küçük resim, deprem kaynağındaki dört alt-fayı belirtiyor. Bu bilgi uydu yükseklik ölçeriyle, sismik ve jeodezik verilerle ve Bengal Koyu'ndaki dalga yüksekliklerinin yakın çekimiyle oluşturuldu. Burada en çok göze çarpan şey, tsunaminin hayli yönsel yapısı. Bu yapıya neden olan şey ise "kaynak bölgenin odaklayıcı konfigürasyonu ile okyanus ortası sırtlarının dalga yönlendirici yapısı" diyor tablonun yaratıcıları. Örneğin, merkez üssünün yalnızca 1700 km güneyinde yer alan Cocos Adaları tsunamiden, Peru ve Nova Scotia'ya kıyasla daha az etkilendi.

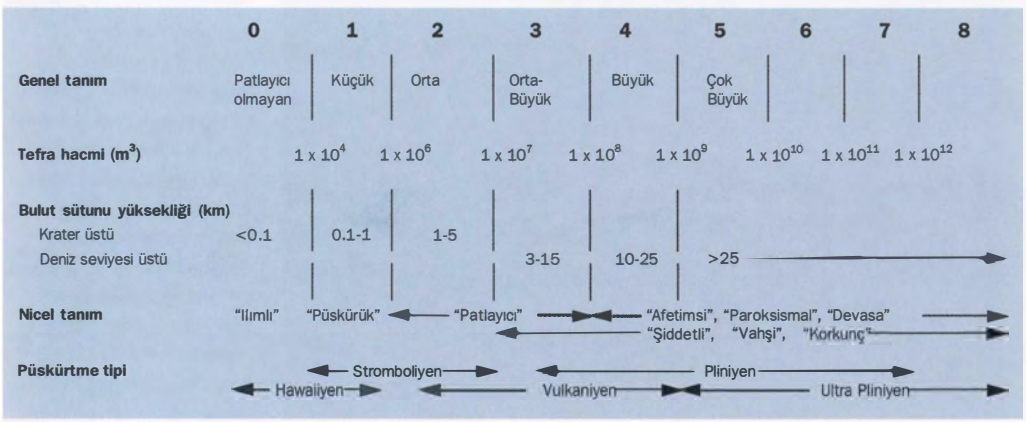
2004 Hint Okyanusu tsunamisinin dünyaya yayılışı. İlk deprem 26 Aralık günü, Greenwich saatiyle 00:59'da, Sumatra'nın 100 km batısında ve deniz seviyesinin 30 km altında gerçekleşti. Tsunami Sumatra'yı bundan 30 dakika, doğu Sri Lanka'yı 2 saat ve Afrika'yı 7 saat 15 dakika sonra vurdu (ayrıntılı açıklama için metne bakınız).

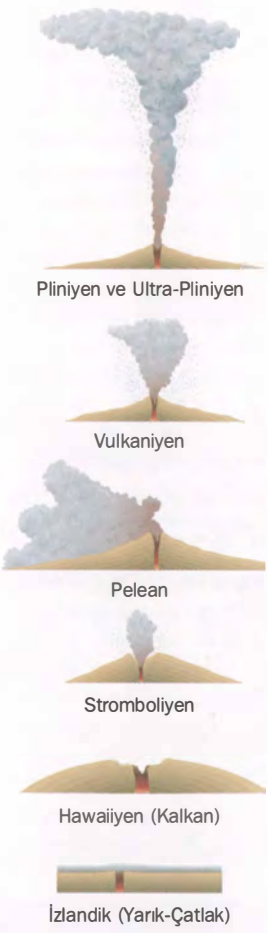
Haritadaki İngilizce ifadeler:
East Pasific Rise: Doğu Pasifik Yükseltisi
Mid Atlantic Ridge: Orta Atlantik Sırtı
Southwest Indian Ridge: Güneybatı Hint Sırtı
Southeast Indian Ridge: Güneydoğu Hint Sırtı
Ninetyeast Ridge: Doksan Doğu Boylamı Sırtı
Pasific Antarctic Ridge: Pasifik Antarktika Sırtı
Model offshore amplitude: Açıklardaki dalga genliği
Gauge coastal amplitude: Kıyılardaki dalga genliği

Yanardağlar

Yanardağların çok çeşitli biçimi, boyutu ve püskürme tipi vardır. Hawaii'deki hafif meyilli "kalkan" tipli yanardağ Kilauea (Ki-lo-va-ya), patlama olmadan faaliyete geçer ve lav pınarları ile bitmek bilmez lav akıntıları oluşturur. Bu aktiviteler 1790'da başladı ve o zamandan beri de devam ediyor; mevcut lav püskürmesiyse çeyrek yüzyıldır sürüyor. Buna karşılık Endonezya'daki küçük Krakatoa adasında 1883'te gerçekleşen ve yeri yerinden oynatan patlama, 100 gün devam etti ve bunu yüz yıldan uzun süren bir sessizlik izledi. Krakatoa'nın önceki bilinen tek faaliyeti 1680'deki orta ölçekli bir patlamaydı. Sicilya'nın önemli yükseltilerden Etna Dağı ise, lav akıntılı, hayli sık ve şiddetli patlamalarını takip eden, nispeten sessiz dönemleriyle bu ikisinin arasında bir yerde durur. Etna'nın aktivitelerine ilişkin rapor ve efsaneler 3000 yıl öncesine gider. Volkanik aktivitelerde görülen bu çeşitliliğin yanısıra, patlamalara ilişkin kayıtların yetersizliği ve aktif bir yanardağa yaklaşmanın teknik güçlüğü, yanardağların sınıflandırılması ve ölçümünü depremlerden daha zor kılar (ama öngörülmesi biraz daha kolaydır).

Yanardağların belki de en ünlüsü, yüksekliği yalnızca 1280 metre olan, küçük Vezüv Dağı'dır. Vezüv güney İtalya'da, Napoli Koyu üstünde yükselir. Henüz 17,000 yaşında olan bu dağ, oldukça gençtir. Vezüv en son 1944'te (İtalya'nın İkinci Dünya Savaşı'nda Müttefikler tarafından işgali sırasında) faaliyete geçti. Bundan önceki faaliyeti 1906'daydı. Son 2000 yılda ise, ortalama 40 yılda bir olmak üzere, 50'den fazla aktivite sergiledi. Ancak, püskürmeler arasında geçen süreler -bilimsel adıyla uyku süresi- ortalamaya fazla benzerlik göstermez. Örneğin, 1037'de gerçekleşen püskürmeden sonra yanardağ 600 yıl uyudu. Sonunda 1631'de uyandığında ise, üç gün içinde yamaçlarında yaşayan 4000'den fazla insanı çamur, kül ve lav altında bırakarak öldürdü. Buraya yaklaşık 16 km uzaklıktaki Napoli ise diz boyu küle gömüldü. Napoli'nin hemen güneyinde, dağın eteklerinde yer alan küçük Portici kasabası tamamen yok oldu. Zamanın naibi anıtsal bir tablet hazırlayıp diktirdi. Tabletin üstünde şu sözler yazılıydı: "Çocuklar ve çocukların çocukları. Kulak verin!... Bu dağ eninde sonunda püskürecek. Ancak, öncesinde homurtular, gürlemeler ve





Yukarıda: **Farklı püskürme türleri ve** (solda) **volkanik patlama endeksi. Adını Genç Pliny'den alan en patlayıcı olanları hariç, püskürme tiplerinin ismi belli yanardağlardan gelir. Olabildiğince bilimsel hazırlanmaya çalışılan dizin, püskürme tiplerini tefra hacmine (patlamayla püsküren volkanik parçalar) ve kraterin ve deniz seviyesinin üstündeki bulut sütununun yüksekliğine göre belirler.**

depremler olacak. Dumanlar ve alevler ve şimşekler yükselecek, titremeler, gümbürdemeler ve ulumalar duyulacak. O durumda kaçabildiğiniz kadar uzağa kaçın... Onu hor görürseniz, eşyaya ve mala canınızdan çok değer verirseniz, dağ pervasızlığınız ve açgözlülüğünüzü cezalandıracaktır. Evinizi ocağınızı dert etmeyin, hiç tereddüt etmeden kaçın."

Kaderin bir cilvesi sonucu, Vezüv'ün ismini duyuran püskürme, bugün artık neredeyse zihinlerden silinmiş olan 1631 tarihli bu püskürmeydi. Portici'nin yeniden inşa edilmesi gerekmişti ve kuyular açılmıştı. Aşağıda antik Herculaneum kenti bulundu; Portici antik kentin limanı üstüne kuruluydu. Kıyının birkaç mil ötesindeki (ve yanardağın eteğindeki) Pompeii'nin keşfi ise bundan kısa süre sonra gerçekleşti. Her iki kent de Vezüv'ün MS 79'daki patlaması sonucu (lav değil) çamur, kül ve sert kaya parçaları altına gömülüydü ve tüm bunlar anılardan silinmişti. Amcası Yaşlı Pliny'nin patlamada ölümünü anlatan Genç Pliny'nin geçmişte yazdığı bir mektup olmasa, 18. yüzyıl Herculaneum ve Pompeii arkeologları kentler hakkında hiçbir şey bilmeyecekti.

Vezüv'ün cazibesine kapılanlar arasında, Birtanya'nın 1764-1800 arası Napoli büyükelçiliğini yürüten (ve Amiral Nelson'un metresi Emma'nın eşi) Sir William Hamilton da vardı. Hamilton'ın döneminde Vezüv dokuz kez şiddetli biçimde patladı. Hamilton dağın yamaçlarına 200'den fazla gezi düzenledi ve yanardağ biliminin öncülerinden biri oldu. Patlama tarihlerini derleyen de yine Hamilton'dı. Bunun için Napoli'deki ve çevre köy ile kasabalardaki rahiplerin kutsal resimleri sergiledikleri tarihleri bulmuştu. Hamilton'ın Londra'daki Kraliyet Akademisi'ne yazdığı ve *Vezüv Dağı, Etna Dağı ve Diğer Yanardağlarda Gözlemler* adıyla yayımlanan mektupları, yanardağ ilminin ilk modern çalışmaları oldu.

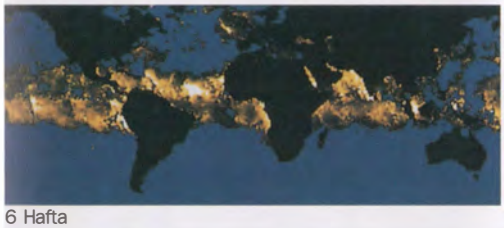
Bundan iki yüzyılı aşkın bir süre geçmiş olmasına ve 21. yüzyılın tüm şaşırtıcı



Ateş tarlaları. Britanya büyükelçisi Sör William Hamilton, 1771'de, İki Sicilya'nın kral ve kraliçesi ile saray halkını toplayarak Vezüv yamacındaki lav akıntısını göstermeye götürdü. Arka planda püsküren dağın zirvesi görülüyor. (Yine arka planda görülen) Pietro Fabris'in elle renklendirilmiş bu gravürü, yanardağ ilminin öncü çalışmalarından biri olan, Hamilton'ın ünlü *Campi Phlegraei*'sinde (1776) yer alıyor.



1 Hafta



6 Hafta



10 Hafta

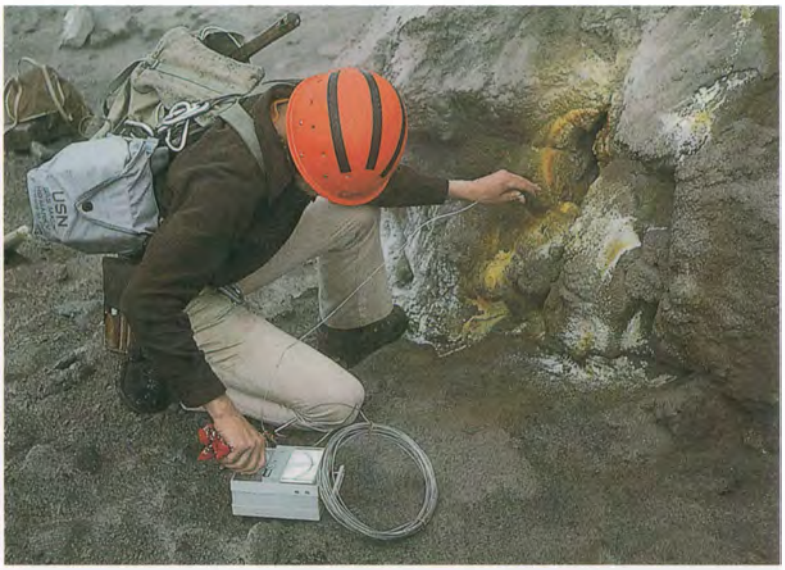
20. yüzyılın en büyük yanardağ patlaması. 600 yıllık sessizliğin ardından 1991'de gerçekleşen, Filipinler'deki Pinatubo Dağı patlamasının volkanik patlama endeksi 6 idi. Büyük miktarda külün yanısıra, dağ stratosfere 20 milyon ton sülfürdioksit püskürttü. Uydu görüntüleri sülfirik asit aerosolün patlamadan sonraki 1 hafta, 6 hafta ve 10 hafta içinde dünyaya yayılışını gözler önüne seriyor. Bu örtü güneş ışınlarını uzaya geri yansıtarak, 1990'ların küresel ısınma gerçeğini maskelemekle kalmadı, Dünya'yı iki-üç yıl boyunca önemli ölçüde soğuttu. Ancak, 1994'e gelindiğinde ortalama küresel sıcaklık eski düzeyine geri dönmüştü. Patlamadan önce yanardağ bilimcileri yer üstündeki sülfürdioksit üretimini ölçmüş ve bu oranın yanısıra, deprem hareketliliği bulgularından da yararlanarak yakında bir patlama olacağını öngörmüşlerdi.

teknolojisine rağmen, yanardağ püskürme tahmini de, tıpkı deprem tahmini gibi mütevazı bir bilim olmayı sürdürüyor. Bir yanardağın altında durmaksızın hareket eden magmayı izlemek bir şey, ne zaman püsküreceğini tahmin etmek ise apayrı bir şeydir. İzlemenin en önemli özelliği sürekliliğidir. Bir yanardağın hem jeolojik hem de aktivite tarihi, yeterince iyi bilindiği sürece, o yanardağın gelecekteki davranışını öngörmede rehber niteliği teşkil eder.

Yanardağ bilimcilerince ölçülen göstergeler arasında deprem hareketliliği, şişkinlik ve eğim, kimyasal emisyonlar, yerçekimsel, manyetik ve elektriksel değişimler ve infrasonikler yer alır. Bunlardan ilki olan deprem hareketliliği (sismisite) en önemlisidir çünkü patlamalardan önce hemen her zaman depremler olur. Kendisine belki de yerdeki çatlaklardan (bu konuda kesin bir bilgi yok) yol açarak yüzeye doğru ilerleyen magma, çoğu zaman birbirini takip eden titremelere neden olur. Bu titremeler sismograflarla kolayca ölçülebilir. Kimi zaman büyük uyarıcı depremler oluşur. Bunlardan bir tanesi MS 62'de Pompeii'ye, bir diğeri ise 1880'de Krakatoa yakınındaki önemli bir deniz fenerine hasar vermişti. Hawaii'de 1975'te gerçekleşen 7.2 büyüklüğündeki depremin ardından ise Kilauea püskürmesi gelmişti. Bu püskürme yanardağın davranış örüntüsünü değiştirdi. Ne var ki püskürme, depremden birkaç saat sonra da, bir yıl sonra da gerçekleşebilir.

Magma Yerküre yüzeyine çok yakın bir noktaya yükseldiğinde, yanardağ biçiminde şişer ve yerin yüzeyini deforme eder. Bu durum ilk kez 1900'lerin başında Japonya ve Hawaii'de gözlendi. Püskürme bu aktiviteyi takip eden birkaç dakika içinde veya birkaç gün içinde gerçekleşebilir. Küresel Konumlama Sistemi'nin (GPS) uyduları yanardağ topografyasının ölçümünde artık kilit rol yonuyor. Eskiden, standart yer ölçüm teknikleriyle yanardağ yüzeyinde yüzlerce referans noktasının belirlenmesi, deformasyonun bu noktalara göre ölçümlenmesi gerekiyordu. Şimdi ise yanardağın çeşitli yerlerine dağıtılan GPS alıcıları, uydulardan radyo yayınını alıyor ve konumlarındaki (yatay ve dikey) değişiklikleri birkaç milimetreye varan büyük bir doğruluk oranıyla tespit ediyor. Dünyanın belki de üzerinde en çok çalışılan yanardağı Kilauea'da, GPS ile takip sayesinde küçük şekilsel değişimler görülebiliyor ve magmanın derinliği

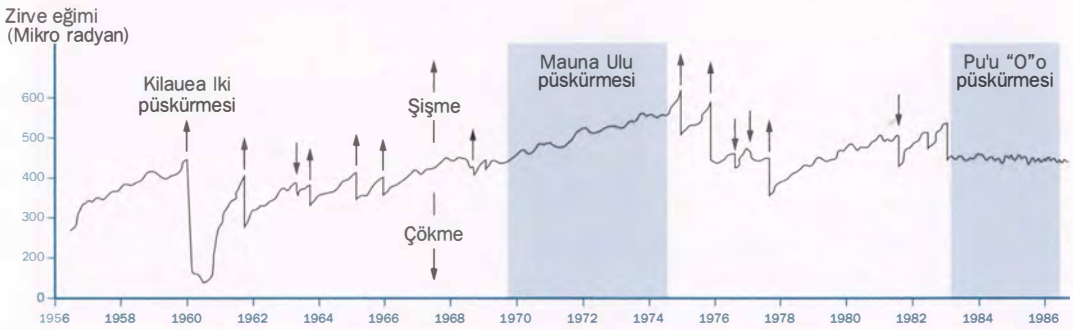




ile hacmi belirlenebiliyor.

Kimyasal emisyonlar da uyduyla ölçülebilir ama ancak püskürme sonrasında ve büyük miktarlarda mevcutlarsa. Tıpkı Filipinler'deki Pinatubo Dağı'nın 1991 püskürmesinde salınan çok miktardaki sülfürdioksit gibi. Öte yandan, püskürme öncesi sızan gazları taramak için de yanardağ uzmanlarının yanardağ çukurundan numuneler toplaması gerekir. Ancak, kimyasal analizin genellikle laboratuvarda yapılması gerekir çünkü gerekli aygıtlar yanardağa taşınamayacak kadar hassas ve ağırdır. Bu da elbette harcama ve gecikme anlamına gelir.

Dolayısıyla sözkonusu teknik, öngörü için yeterli değildir. Tüm bunlara karşın, Pinatubo'da sülfürdioksit tespit çalışması işe yaradı. 1991 Mayıs ortasında yanardağ günde yaklaşık 500 ton gaz salıyordu. İki hafta sonra oran bunun on katına çıktı. Ancak, sonra aniden günde 280 tona düştü. İnceleme ekibi durumun tıkanmadan kaynaklandığını düşündü ki, bu da yeraltında basınç birikimi oluşuyor demekti. Tam bu sırada depremlerin merkez noktası dağın zirvesine yaklaşmıştı. Ana püskürme bir hafta içinde, 12 Haziran'da başladı.



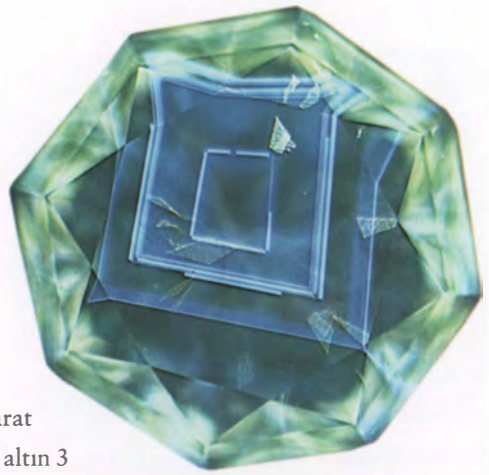
Yanardağlar üzerinde, yerinde ölçüm yapmaya yarayan aygıtlar arasında (yukarıda) **dağın yüzeyindeki şişkinlik derecesini inceleyen lazerli jeodimetre ile silikon karpit gibi 500°C'lik sıcaklıklara dayanabilen malzemelerden yapılmış sıcaklık algılayıcıları sayılabilir.** (Soldaki) **grafikte Kilauea'nın 1956-86 arası zirve eğimi (şişkinlik ve çöküklük) görülüyor. Magma yanardağın içinde yükseldikçe, dağ zirvesinin altındaki magma ocağı genişler ve açısı büyür. Ancak, (siyah oklarla belirtilen) her püskürmenin ardından açı küçülür. Ne var ki zirve şişkinliği ile püskürmeler arasında doğrudan bir ilişki mevcut değildir ve Kilauea'nın yeraltı sistemi yanardağ uzmanları için son derece ilginçtir.**

Mineraller, Elmaslar ve Altın

SI sisteminde malzeme sertliği için kullanılan herhangi bir birim yoktur çünkü sertlik, atom ağırlığı gibi net biçimde tanımlanmış bir fiziksel değişken değildir. Ancak, bilinen en sert malzemenin elmas olduğu konusunda herkes hemfikirdir. Elmasın -özellikle de 1950'lerden bu yana kullanıma geçen sentetik elmasın- alet kesiminde ve diğer malzemelerin sertliğini ölçmede kullanılmasının nedeni de budur.

Fizik ve mühendislikte kullanılan birkaç sertlik derecelendirmesinden biri olan Rockwell sayısı, metal sertliğini ölçer. Bunun için koni biçiminde bir elmas, standart yükleme koşulları altında metale preslenir; Rockwell sayısı presle oluşan girintinin derinliğine -yani koninin metalin içine girme derecesine- göre belirlenir, ve sayının yanına eklenen harf, kullanılan koninin ölçüsünü belirtir. Daha çok arazideki kaya ve mineralleri ayırt etmede kullanılan bir diğer sertlik ölçeği de 1812'de, Alman jeolog Friedrich Mohs tarafından icat edilen Mohs ölçeğidir. Bu, malzemeyi çizmeye dayalı bir testtir ve skalanın en tepesinde 10 sertlik derecesiyle elmas, en altında ise 1 derece ile talk yer alır. İkisinin arasında korindon (9), topaz (8), kuvars (7), feldispat (6), apatit (5), florit (4), kalsit (3) ve jips (2) vardır. Örneğin, kuvars feldispatı çizebilir, ama bunun aksi geçerli değildir. Aynı şey kalsit ile jips için de söylenebilir. Karşılaştırmayla elde edilen sonuçlara göre çelik bir iğnenin sertliği 6.5, cam bir plakanın 5.5, cep çakısının 5.1, bakır bozuk paranın 3.2 ve tırnağın 2.2'dir. Alaşım içeriğine bağlı olmakla birlikte, altının sertlik derecesi 2.5-3'tür. Yani tırnakla altın çizilemez.

(Arapçada mercan ağacı denen ağacın tohumu anlamındaki *kirat* sözünden gelen) karat, hem elmas ve diğer değerli taşların ağırlık ölçümünü, hem de altının saflığını ölçmede kullanılan birimdir. Bir karatlık değerli bir taş 0.2 grama, veya 200 mg'ye eşittir. Dolayısıyla, 5 karatlık bir elmas 1 g gelir. Buna karşılık saf altın 24 karat diye tanımlanır. 18 karatlık altın 3 kısım altın, 1 kısım alaşım, 12 karatlık altın ise yarı altın yarı alaşımdır vb.



Altını alaşımdan ayırmanın yolu, Arşimet tarafından keşfedildi (bkz. sayfa 50). Doğal ile sentetik elması ayırmak ise çok daha sorunludur. Bunun için başvurulan anahtar test, iki tipin katışıklığı ve gelişim yapılarının farklı olduğu gerçeğini temel alır. Bunun nedeni sentetik elmasın birkaç günde üretilmesine karşılık, doğal elmas oluşumunun milyarlarca yıl sürmesidir. Lazere veya filtre edilmiş ışığa maruz bırakıldıklarında iki elmas ışığı farklı yayar. Bir elmas ticaret şirketinde çalışan fizikçi Simon Lawson, sonucu şöyle ifade ediyor (bkz. fotoğraflar): "Yoğun morötesi ışın altında bakıldığında, sentetik elmasların belirgin geometrik şekilli ve yamalı bir flüoresanı vardır, doğal elmaslar ise daha dalgalı ya da "ağaç halkası" tipinde bir yapıya sahiptir."



Doğal ve sentetik elmaslar. DiamondView adıyla bilinen morötesi flüoresan test aygıtı doğal elmas ile (üstte) sentetik elması (altta) birbirinden ayırt edebilir.

Biyolojik Türler

Charles Darwin'in 1859'da yayımlanan devrim niteliğindeki çalışması, *On the Origin of Species*'in [Türlerin Kökeni] adından da anlaşıldığı üzere, bir biyolojik türü ve yeni türlerin doğuşunu tanımlayabilmek, yaşam bilimlerinin temel konusudur. Kitabın yayımlandığı dönemde Carl Linnaeus'un 18. yüzyıl ortasında tanımlanan ve bugün halen kullanımda olan çift isimli sınıflandırma sistemi hem bitkibilimciler hem de hayvanbilimciler arasında oldukça benimsenmişti.

Linnaean sisteminde Latinceleştirilmiş bilimsel adın ilk kısmı genel isme, yani cinse, ikinci kısmı ise özel isme, yani türe ayrılmıştı ve her ikisi de italikti. Örneğin, bildiğimiz kurbağanın adı olan *Rana temporaria*'da, cins *Rana*, tür ise *temporaria*'dır. Sürünücü düğünçiçeğinde *Ranunculus repens* ile acı düğünçiçeği *Ranunculus acris*'te ise *repens* ve *acris* olmak üzere iki tür mevcuttur ve türlerin her ikisi de aynı *Ranunculus* cinsine aittir. Kimi zaman keşfeden kişinin adı da biyolojik isme kısaltılmış biçimde eklenebilir. Örneğin, bildiğimiz papatyanın ismi *Bellis perennis L.*'dir ve L. Linnaeus'u ifade eder. Dolayısıyla, bir hayvan veya bitkinin halk arasında kullanılan isminde tür başta (örneğin "sürünücü"), cins ise ardından ("düğünçiçeği") gelse de, bilimsel adda sıralama bunun tersi biçimindedir.

Kimi zaman bir bitkinin birden çok yaygın adı olsa da, tek bir bilimsel adı vardır. İngiltere'de bataklık nergisinin (*Caltha palustris*) tam 80 ayrı ismi vardır. Öte yandan elbette yaygın bir isim de, birden fazla bitki için kullanılabilir. Örneğin, üç yapraklı yonca (İrlanda yoncası). Bahçe tarımcısı Anna Pavord, *The Name of the Names: The Search for Order in the World of Plants* [İsimlerin İsimleri: Bitki Dünyasında Düzen Arayışı] adlı eserinde, mizahi yaklaşımıyla şöyle diyor: "1892'de, Dublinli Nathaniel Colgan yoncanın gerçek kimliğini belirlemeye çalıştığında, yirmi ayrı ülkeden vatanperver İrlandalılar onu bitkiye boğdu. Kimisi beyaz yonca gönderdi, kimi kırmızı, kimi sarı, kimisi ise çalı yoncası. Hiç kimse İngiltere'de bazen dört yapraklı yonca diye de anılan ekşi yoncadan göndermedi."

Cinsin üstünde şunlar yer alır: *Aile, takım* ve son olarak *bölüm*. Bunların hepsi 1867'den bu yana Uluslararası Adlar Dizini Kılavuzu altında düzenlenmektedir. Örneğin, Liliaceae ailesi, zambakları, laleleri, taçşahlarını ve gleçer zambaklarını içerir. Ranunculale takımı ise düğünçiçeği ailesi (Ranunculaceae), sarıçalı ailesi (Barberidaceae) ve akebia ailesinin (Lardizabalaceae) gruplarını biraraya getirir. Bölüm ise, örneğin, çiçekli bitkiler ile eğreltiotları veya likenleri birbirinden ayıran, geniş kapsamlı bir kategoridir.

1950'lerde moleküler biyolojinin ortaya çıkışından önce bile aileler, takımlar ve bölümler pratikte düzenli gözetim altındaydı. Şimdi ise gen diziliminin olağanüstü spesifikliği sayesinde tür kavramı tamamen değişti. Ünlü biyolog (ve karınca uzmanı) Edward O. Wilson, *In Search of Nature* [Doğanın Peşinde] adlı kitabında, "Chrysomelid böceğin tek bir türüyle



Bilinen en eski bitki çizimi olan bu çizim, MS 400 civarına tarihlenen Johnson Papirüsü'nün bir parçası. Symphyton başlıklı çizim, İngiltere'de halk arasında eşekkulağı diye bilinen Hodan ailesinden *Symphytum officinale*'yi gösteriyor.

Ortalama Bitki Taksonları ve Mantar Sayısı

Takson türleri	
Prokaryotlar (bakteri, siyanobakteri)	3600
Ökaryotik algler	33,000
Yeşil algler	7000
Diatomlar	6000
Kırmızı algler	4000
Kahverengi algler	1500
Mantarlar, cıvık mantarlar da dahil	90,000
Asklı mantarlar (sac fungi)	30,000
Bazitli mantarlar	30,000
Yosunlar	26,000
Likenler	20,000
Eğreltiotumsu bitkiler	15,000
Kibrit otları	400
Atkuyrukları	32
Spermatofitler (tohumlu bitkiler)	236,000
Açık tohumlular	800
Kapalı tohumlular	235,000

Seçilmiş Başlıca Hayvan Taksonlarında Ortalama Tür Sayısı

Takson türleri	
Tek hücreliler	40,000
Süngerler	5000
Knidliler (örneğin mercan, denizanası)	10,000
Yassı solucanlar	16,100
Yuvarlak solucanlar	23,000
Yumuşakçalar	130,000
Salyangozlar	85,000
Deniz tarakları	25,000
Sefalopodlar (örneğin ahtapot)	600
Halkalı solucanlar (Annelidler)	17,000
Eklembacaklılar	>1,000,000
Örümceğimsiler	68,000
Kabuklular	50,000
Haşereler	1,000,000
Yusufçuklar	4700
Hamamböcekleri	4000
Çekirgeler	20,000
Tahta kuruları	73,000
Böcekler	350,000
Arılar ve karıncalar (Zarkanatlılar)	110,000
Kelebekler	120,000
Sinekler, sivrisinekler	120,000
Derisidikenliler (örn, deniz kestanesi)	6500
Omurgalılar	46,500
Balık (çenesiz balıklar dahil)	20,600
Amfibiler	3300
Sürüngenler	6300
Kuşlar	8600
Memeliler	3700

karşılaştığınızda aslında hiçbir şey görmüş sayılmazsınız. İşin aslı Chrysomelidae ailesi hakkında hâlâ çok az şey biliyorsunuzdur" diyor. "Her bir tür taksonomik grubuna bağlı olarak 1 ila 10 milyon yıllık bir ortalama yaşam süresi içinde, akıl almaz derecede çok sayıdaki mutasyon, rekombinasyon (yeniden birleşim) ve doğal seçilim olayıyla biraraya gelmiş, bir milyon ila bir milyar bilgi parçacığını genlerinde saklar."

Wilson ve diğer uzmanların tahminlerine göre dünyada hayvanlar, bitkiler ve mikroorganizmalar da dahil şimdiye dek adlandırılmış 1.4 milyon tür mevcut, ama türlerin toplam sayısı 5 ile 100 milyon arasında olabilir. Bu rakamlar tek başına bile insanı sersemletecek nitelikte belki ama gerçekte şimdiye dek var olmuş türlerin yüzde 1'inden azını temsil ediyor olabilirler. "Yerküre üstündeki mevcut veya yok olmuş yaşama yönelik henüz yüzeysel aşamadaki araştırmamıza daha yeni başladık" diyor Wilson.



Yukarıda: **"Yeti Yengeci" (*Kiwa hirsuta*). Yaklaşık 15 cm uzunluğundaki bu kıskacı tüylü, kör yengecin 2005'teki keşfiyle birlikte, yepyeni bir taksonomik aile yaratma gereksinimi doğdu; hermit yengeci Paguridae'nin uzak akrabası olan Kiwaidae. Kiwa Polenez mitolojisinde kabukluların tanrıçasıdır. Yeti yengeci yaklaşık 2200 metre derinlikte, Easter Adası'nın güneyindeki Doğu Pasifik Yükseltisi'nde yer alan henüz yeni oluşmuş bir lav akıntısı üzerine yaşarken bulundu. Pek çok canlı gibi, Yeti yengeci de besinini, okyanus tabanındaki hidrotermal gediklerden sağlar. Bunu nasıl yaptığı henüz bilinmese de -yengecin tüyleri arasında bulunan kalabalık bakteri kolonilerine bakılırsa (ki bunlar aslında, setae diye bilinen tüyümsü dikenlerdir)- yengeç bakterileri belki de gıda kaynağı olarak "yetiştiriyor" olabilir.**

7. Bölüm *Evren*



Halkalı küre. Bu küre, ufuk, meridyen, ekvator ve kutup halkaları gibi, halka biçimindeki gökleri sergiliyor. Merkezde ise Dünya yer alıyor. Antik Yunanlarca icat edilen halkalı küre (İngilizcede "armillary sphere") adını Latincede bilezik anlamına gelen *armilla* sözünden alır.

Güneşmerkezli Evren

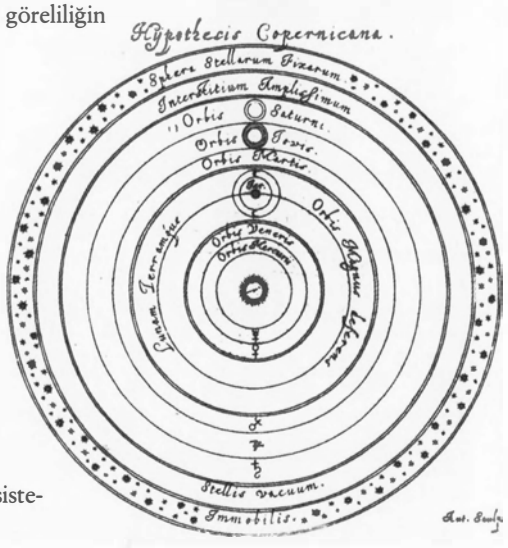
Aristoteles ve Batlamyus'a (Ptolemeus) göre, Dünya'nın evrenin merkezi olduğu ve Güneş ile gezegenlerin Dünya etrafında bir çember içinde döndüğü gayet açık ve net bir gerçekti çünkü çember, yapısı itibarıyla geometrik biçimlerin en kusursuzuydu ve gökler de elbette kusursuz yapıdaydı. Oysa artık Dünya ile diğer gezegenlerin, Güneş'in etrafında döndüğünü ve eliptik yörünge içinde hareket ettiğini biliyoruz. Ancak, Alex Hebra, *Measure for Measure*'da [Ölçüye Ölçü] şu uyarıda bulunuyor: "Böyle bir kadim bilgiyi küçümsemek yerine biz modern insanlar, antik dönemin ilerleyen zamanlarında ve Ortaçağ'da dairesel hareketler kavramının Güneş, Ay ve gezegenlere ilişkin doğru tahminlerin önünü açtığını, hatasız takvimlerin oluşturulmasını, Güneş ve Ay tutulmalarının doğru olarak öngörülmesini sağladığını hatırlamalıyız. Özellikle (bu gökbilimcilerin) Güneş'in Dünya etrafında döndüğüne inandıkları düşünülürse, tüm bunlar hiç de azımsanacak başarılar değil."

Sözkonusu başarıların önünü açan gökbilim aygıtlarından biri de halkalı küreydi. Göklerin dizilimini gösteren, iskelet biçimindeki bu küre, açı ölçümü için derecelendirilmiş halkalardan meydana geliyordu. Küre Rönesans döneminde, ister asılı dursun, ister bir platformun üstüne yerleştirilmiş veya bir kancayla sabitlenmiş olsun, bilgelik ve bilginin sembolünü teşkil etmesi açısından büyük önem taşıyordu. Kullanım amacıyla tasarlanan halkalı küreler arasında Tycho Brahe'nin, 16. yüzyıl sonunda yaptıkları da vardı. Brahe, her biri belirli bir astronomik işlev için tasarlamış, birkaç değişik küre geliştirdi. Üretilen küreler zamanla yapı itibarıyla sadeleşse ve -kendi ağırlıklarıyla bel vermemeleri için- hafiflese de, karmaşık yapıları gökbilimcilerin, gökcisimlerinde gözlemledikleri zikzakları ve eliptik yörüngeleri açıklamaya çalıştığını ortaya koyuyordu. Halkalı küreler, eski ve dünyamerkezli Ptolemik evren ile yeni ve güneşmerkezli Kopernik evren arasındaki farkı sergilemek amacıyla kullanıldıkları 17. ve 18. yüzyıllarda da popülerliklerini sürdürdüler.



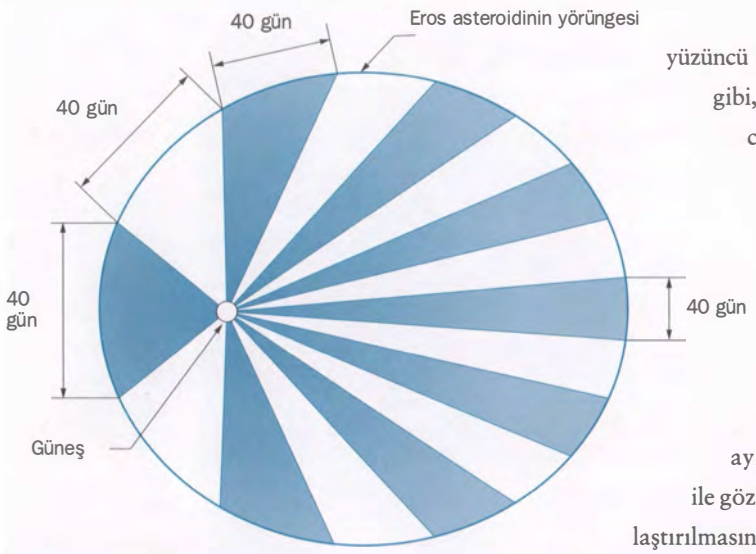
Yukarıda: **Antikythera mekanizması, MÖ 2. yüzyıl. 1902'de, bir Yunan adası açıklarındaki gemi enkazında bulunan bu mekanizma, dişlileri olan karmaşık bir tutulma hesaplayıcı aygıta benziyor. Aygıtın bu denli eski bir döneme ait olması oldukça şaşırtıcı.**

Yeni Güneş Sistemi vizyonunun ortaya çıkışı ve kabulünün bu denli uzun sürmesinin ardında, Ortaçağ gökbiliminin pratik alandaki başarıları, Katolik kilisesinin Aristoteles felsefesini desteklemesi ve insanın kendisini dünyanın merkezine yerleştirme eğilimi büyük rol oynadı. Kopernik güneşmerkezli yaklaşımını içeren *De Revolutionibus Orbium Coelestium* adlı kitabını, 1543'te, ölüm döşeğindeyken yayımlattı. Ne var ki dünyamerkezli evreni savunan kitaplar, 17. yüzyıldan sonrasına dek yayımlanmaya devam etti. Gerçekten de tartışmanın anlamını yitirmesi ancak 20. yüzyıl başlangıcında, göreliliğin gelmesiyle birlikte gerçekleşti. Einstein'ın *The Evolution of Physics*'te [Fiziğin Evrimi] belirttiği gibi, bundan sonra "Güneş hareketsizdir, Yerküre hareket eder" ve "Güneş hareket eder, Yerküre hareketsizdir" türünden önermeler, yalnızca farklı koordinat sistemlerini ilgilendiren, farklı kurallara dönüştü. "Sözü geçen her iki koordinat sistemi de eşit geçerliliğe sahiptir."



Aşağıda: **Johannes Hevelius'un *Selenografya*'sında resmedilen (1647), Kopernik'in güneşmerkezli evreni. Gezegen yörüngelerinin daire biçimli olduğuna dikkat edin.**

Gezegenlerin Hareketi





Gezegen hareketi yasalarını keşfeden gökbilimci, Johannes Kepler (1571-1630). Kepler'in ikinci yasası, Eros asteroidinin Güneş etrafındaki eliptik yörüngesini gösteren şemada görülüyor. Yörüngenin her bölümü eşit alana sahip. (Ayrıntılı açıklama için metne bakınız.)

Gökbilimci Johannes Kepler, gezegen hareketlerine ilişkin ilk doğru gözlemsel verileri analiz etti ve ölümünden önce Tycho Brahe tarafından derlenen bu verilere dayanarak, yörüngelerin Kopernik ve Batlamyus'un inandığı üzere daire biçiminde değil, Yunanlarca "keşfedilen" geometrik şekillerden biri olan elips biçiminde olduğu sonucuna başarıyla ulaştı. Bu takdire değer zihinsel aşamaya dayanarak Kepler, gezegen hareketlerini açıklayan üç yasasını geliştirdi. Yasalar sayesinde astronomik tabloları, dolayısıyla da gezegenlerin geçmişte, şimdi ve gelecekteki herhangi bir zamana ait konumlarını hesaplamayı başardı. Tüm bu hesaplar gökbilimcilerin, örneğin Kepler'in çağdaşı Galileo'nun gözlemleriyle de örtüşüyordu. Kepler yasaları -özellikle de ikinci yasası- daha sonraları, 17. yüzyılda Newton için, Dünya ile Ay ve Güneş ile diğer gezegenler arasındaki kütleçekim yasasını formülleştirme aşamasında hayati önem taşıdı.

Einstein'ın 1930'da, Kepler'in ölümünün üç yüzüncü yıldönümünde belirttiği gibi, "Görünen o ki, biçimleri cisimlerin içinde görebilmemiz için, öncelikle insan zihninin onları bağımsız olarak yaratması gerekiyor. Kepler'in olağanüstü başarısı, özellikle de bilginin yalnızca deneyimle değil, aynı zamanda zihnin icatları ile gözlemlenen bulguların karşılaştırılmasından elde edilebileceği gerçeğini vurgulama açısından iyi bir örnek."

Bugün birinci ve ikinci yasa diye bildiğimiz yasalar (aslında ikincisi, ilkinden önce keşfedilmişti), Kepler'in *Astronomia Novia* isimli kitabında, 1609'da yayımlandı. Üçüncü yasa ise ancak 1619'da, gökbilimcinin *De Harmonices Mundi*'sinde yer aldı. Birinci yasaya göre gezegenler eliptik yörüngeler içinde hareket eder ve elipslerin merkezinde Güneş yer alır. İkinci yasanın anlaşılması ise biraz daha zordur. Buna göre bir gezegeni Güneş'e birleştiren doğru parçası, eşit zaman aralıklarında, eşit alanları tarar. Bu aynı zamanda gezegenlerin Güneş'e yaklaştıkça daha hızlı hareket ettikleri anlamına da gelir. Bu sayfadaki şema yasayı açıklıyor. En karmaşık yasa olan, üçüncü yasa, gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıkları ile gezegenlerin hızı arasındaki ilintiyi matematiksel olarak açıklar. *The Hutchinson Dictionary of Scientific Biography*'ye [Hutchinson Bilimsel Biyografi Sözlüğü] göre bu hesap "(Kepler'e) olağanüstü bir keyif verdi ve evrenin harmonisine duyduğu inancı pekiştirdi."

Ay

2001'in başında, dünyanın en ünlü gökbilimcilerinden biri *Patrick Moore on the Moon* [Patrick Moore Ay'da] isimli kitabında şöyle diyordu: "Ta 1969'da, tam teşkilatlı bir Ay Üssü'nün birkaç yıl içinde inşa edileceğine ve Ay turizminin iyice yaklaştığına inanılıyordu. Oysa şimdi, yeni binyılın başında bu hedefler hâlâ uzak görülüyor." Moore bu konuyu 1970'te, astronot Neil Armstrong ile konuştuğunu ve onun da kendisine şöyle dediğini söylüyor: "Böyle üsleri görmeye ömrümüzün yeteceğine eminim." Ancak, bir nesilden uzun bir süredir kimse Ay'a ayak basmadığına göre, Armstrong'un gereğinden fazla iyimser olduğu artık kesinleşti.

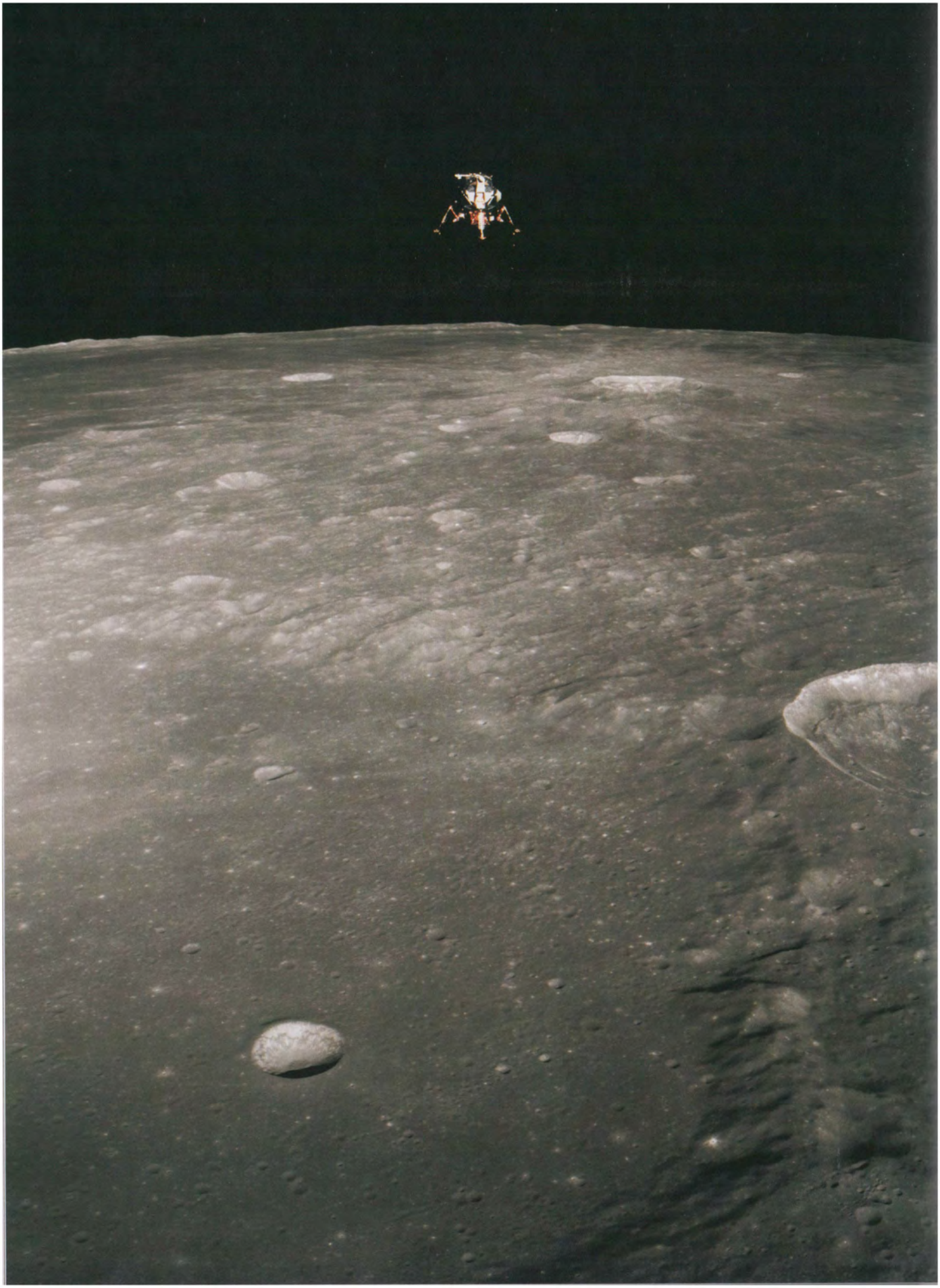
Aradaki bu uzun boşluk, Ay keşif seferleriyle Yerküre üstündeki kutup seferlerinin karşılaştırılmasına neden oldu. Ulusal rekabetin tetiklediği kuzey ve güney kutbuna 1909 ve 1911'de yapılan ilk seferlerden bu yana neredeyse yarım yüzyıl geçtikten sonra bilimciler orada çalışmaya ve uluslararası jeofizik yılı olan 1957-58'de ilk yerleşik üsleri kurmaya başladılar. Nasa'da işler yolunda giderse, ABD'nin Ay'a insanlı uzay aracı gönderme konusunda SSCB'yi yendiği yıl olan 1969'dan yarım yüzyıl kadar sonra, yani 2018 sonrasında, dört kişilik bilim ekipleri Ay yüzeyinde bir hafta geçirecek ve kalıcı bir üs kurma konusunu değerlendirecek.

New Scientist dergisi 2006'da, "Ay Güneş Sistemi'nde, bilimsel araştırma yapmaya elverişli en iyi gayrimenkullerden biridir" yorumunu yapıyordu, Ay'da bilim üzerine hazırlanan özel bir dosyada. Ay'ın kutuplarına yakın belli noktalar kesintisiz güneş ışığı alır ki, bu da kesintisiz Güneş enerjisi açısından hayli elverişlidir. Kraterlerin gölgesinde ise gökbilim için ideal olan kesintisiz karanlığa ulaşmak mümkündür. "Kraterlerin içindeki oldukça düşük sıcaklıklar özellikle kızılötesi astronomi ve diğer düşük sıcaklık araştırmaları için çok elverişlidir." Tüm bunlara ek olarak, üstüne yapı inşa etmeye ve inşaat için gerekli malzemelerin kullanımına uygun kayalık yüzeyler de mevcuttur. "Bilimcilerin bunca zamandır gözlerini Ay yüzeyine dikmelerine şaşmamalı."

Arka sayfa: **Apollo 12 uzay seferi, 14-24 Kasım. Kumanda modülünden ayrıldıktan sonra son alçalışa hazırlanan uzay modülü Intrepid, dev krater Ptolemaeus'un 111 km (69 mil) üstünde süzülüyor. Sağda, orta mesafede görülen yuvarlak kraterin adı Herschel. Intrepid sonunda Fırtınalar Okyanusu'na iniş yaptı.**

Ay Ölçümleri

Yerküre'den ortalama uzaklık	384,365 kilometre (238,840 mil) veya 0.0025695 astronomik birim
Maksimum uzaklık	406,670 km (252,700 mil)
Minimum uzaklık	365,396 km (221,460 mil)
Yıldız zamanı	27.321661 gün
Kavuşum zamanı	29 gün 12 saat 44 dakika 2.9 saniye
Tutuluma göre ekvator eğimi	1° 32'
Yörünge dış merkezliği	0.0549
Yörüngesel eğim	5° 9'
Ortalama yörüngesel hız	3680 k/s (saatte 2287 mil)
Belirgin çap	Max. 33' 31", ortalama 31' 5", min 29' 22"
Ortalama mesafede dolunay büyüklüğü	-12.7
Ortalama yansıtabilirlik (albedo)	0.07
Çap	3476 km (2160 mil)
Kütle	1/81.3 Yerküre = 0.0123 Yerküre = 3.7 x 10^{-8} Güneş
Hacim	0.0203 Yerküre
Kaçış hızı	2.38 km/sn (saniyede 1.5 mil)
Yoğunluk	3.34 su = 0.60 Yerküre
Yüzey kütleçekimi	0.01653 Yerküre

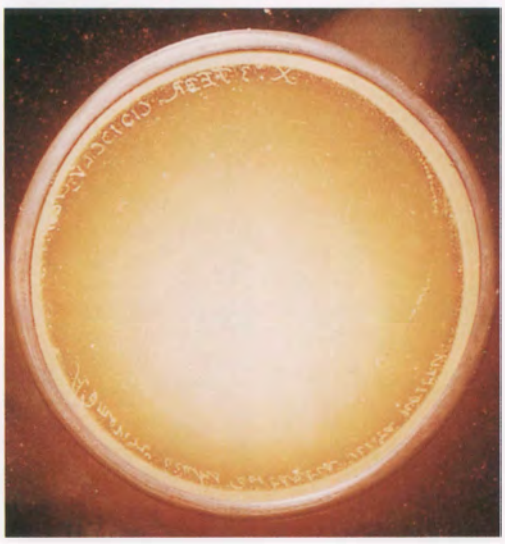


Gezegenler

Teleskoplardan uzun zaman önce, antik çağ gökbilimcileri, Güneş ve Ay'ın dışında, görünürde sabit yıldızlarla dolu gökte dikkat çekici biçimde hareket eden beş tane gökcismini bilirlerdi. Bunlar Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn gezegenleriydi ve isimleri kimi dillerde haftanın günleriyle ilişkilendirilmişti (bunlardan en barizi Latince "Satürn günü" anlamındaki *Saturni dies*'den gelen İngilizcedeki Saturday/Cumartesi idi). Teleskopların gelişiyle birlikte bu gökcisimlerine üç tane daha eklendi: 1782'de Uranüs, 1846'da Neptün ve 1930'da Plüton (ne var ki 2006'da Plüton gerçek gezegen sınıfından çıkarıldı). Sonuçta toplam dokuz gezegen oldu.

Bildiğimiz gibi Jüpiter'in dört uydusunu Galileo keşfetti. Galileo ayrıca Satürn'ün "kulp" adını verdiği halkasını da keşfeden kişiydi. Ardından 1659'da çok daha iyi mercekler ve daha uzun bir teleskopla Christiaan Huygens, Satürn'ün halkalarını disk olarak belirledi ve gezegenin en büyük uydusu Titan'ı keşfetti. Ama Huygens, ilginç bir nedenden dolayı Satürn'ün diğer uydularını gözlemlemekte başarılı olamadı. Huygens bir Descartes takipçisiydi ki, bu da onun numerolojiye, yani sayısal özelliklerin göklerin yapısını belirlediğine olan inancını pekiştiriyordu. Bu inanca göre mükemmel denen sayı, kendi bölenlerinin toplamına eşittir. Örneğin, 6 mükemmeldi: Bölenleri 1, 2 ve 3'tür; 1+2+3=6. (Diğer mükemmel sayılar 28, 496 ve 8128'dir). Huygens'e göre gökler de mükemmel olduğu için, mükemmel sayıları yansıtmalıydı. Bilinen altı gezegen vardı ve altı da uydu (Dünya'nın uydusu Ay, Jüpiter'in dört uydusu ve Satürn'ün Titan'ı). Altı mükemmel bir sayıydı, dolayısıyla daha fazla uydu aramanın bir anlamı yoktu.

Ama 1671-2'de, Jean Dominique Cassini (Fransa'nın Kartografik Cassini hanedanının kurucusu) Satürn'ün uyduları İapetus ile Rhea'yı gözlemledi. Ne var ki o da "sayısal fantezilerle" meşguldü, diyor I. B. Cohen, *The Triumph of Numbers*'ta [Sayıların Zaferi]. Kral XIV. Louis'nin yeni kurduğu Paris gözlemevine müdür olmayı arzu eden Cassini, krala yağcılıkla Güneş'in etrafında dönüp duran 6 gezegen ile 8 uydunun toplamının, uğurlu 14 sayısına karşılık geldiğini ve bu sayının da "Güneş Kralı"nın, yani kendi soyunun 14. hükümdarı olan XIV. Louis'nin zaferini beyan ettiğini söyledi! Cassini nihayetinde dilediği işi aldı ama Satürn'ün diğer iki uydusu Tethys ile Dione'yi 1684'te keşfettiğinde, durumu krala nasıl açıkladığını düşünmemek elde değil. (Aslında 40'ın üzerinde uydusu mevcuttur). Cassini 1712'deki ölümüne dek gözlemevi müdürlüğünü sürdürmekle kalmadı, halen iki şekilde anılmayı sürdürüyor: Cassini bölümü (Satürn'ün halkaları arasındaki, Cassini





Satürn'ün uydusu Titan'ı ve Satürn'ün halkalarının yapısını keşfeden fizikçi, matematikçi ve gökbilimci Christiaan Huygens (1629-95). Aşağıdaki fotoğraf ta Huygens'in teleskopundan geri kalan tek şey görülüyor: Kenarlarına odak uzunluğu (10 Rhineland fit) ile son cilalanma tarihi (3 Şubat 1655) yazılı, 57 mm çaplı mercek. Mercekte ayrıca Romalı şair Ovid'den bir mısra da yer alıyor: "Admovere oculis distantia sidera nostris." (Uzak yıldızları gözlerimize yaklaştırdılar.) Huygens ayrıca ışıkla ilgili çalışmalarıyla da anılır. Bu çalışmalarla Newton'un parçacık teorisine karşılık, dalga teorisini öne sürmüştü.

tarafından gözlemlenen boşluk) ve Satürn'e yapılan muhteşem Cassini uzay seferi.

Cassini uzay seferi, Satürn'e bakışımızı, Cassini'nin bile hayal edemeyeceği şekilde değiştirdi. Dünyadan 1997'de fırlatılan Cassini uzay aracı (yan sayfadaki resim) 5820 kg ağırlığındaydı ve o güne dek inşa edilen gezegen araştırma amaçlı uzay araçları içinde en büyüğüydü. Aracın mühendislerinden Joan Horvath, *Saturn: A New View*'de [Satürn: Yeni Bir Bakış] şöyle diyor: "(Cassini uzay aracı) dört bir yana uzanan kolları sayılmasa bile, bir okul otobüsü büyüklüğündedir." Araç aynı zamanda, güneş panellerini enerji kaynağı olarak kullanmayı olanaksızlaştıran Satürn güneş ışığının yetersizliği nedeniyle, üretilen en karmaşık araçlardan biriydi. (Sağdaki) fotoğrafta uzay aracı "tavşan kıyafetli" mühendisler tarafından California'daki Jet Motorları Geliştirme Merkezi'nde, termal vakum odasındaki teste hazırlanırken görülüyor. Bu odada fırlatma titreşimleri, İç Güneş Sistemi'nin yüksek ısısı ve Dış Güneş Sistemi'nin soğuğu canlandırılabiliyor. Kameranın tam karşısında folyo kaplı Huygens uzay sondası görülüyor. Sonda 2004 Noel günü uzay aracından ayrıldı ve 14 Ocak 2005'te paraşütle Titan'a indi. Ardından 1 saat, 12 dakika, 13 saniye boyunca hayatta kalmayı başararak veri topladı. Bu süre beklenenin çok üzerindeydi. Bu sefere ait, Hubble uzay teleskopuyla ortak çekilmiş eşsiz görüntülerden biri, sağda görülüyor. Fotoğrafta Satürn'ün güney kutbunda, beş günlük bir süre içinde oluşan kutup ışıklarını (aurora) görmek mümkün. Uzay teleskopu görüntüleri morötesi ışıkla çekerken, uzay aracı da radyo yayımlarını kaydederek, Güneş rüzgârını takip etti.

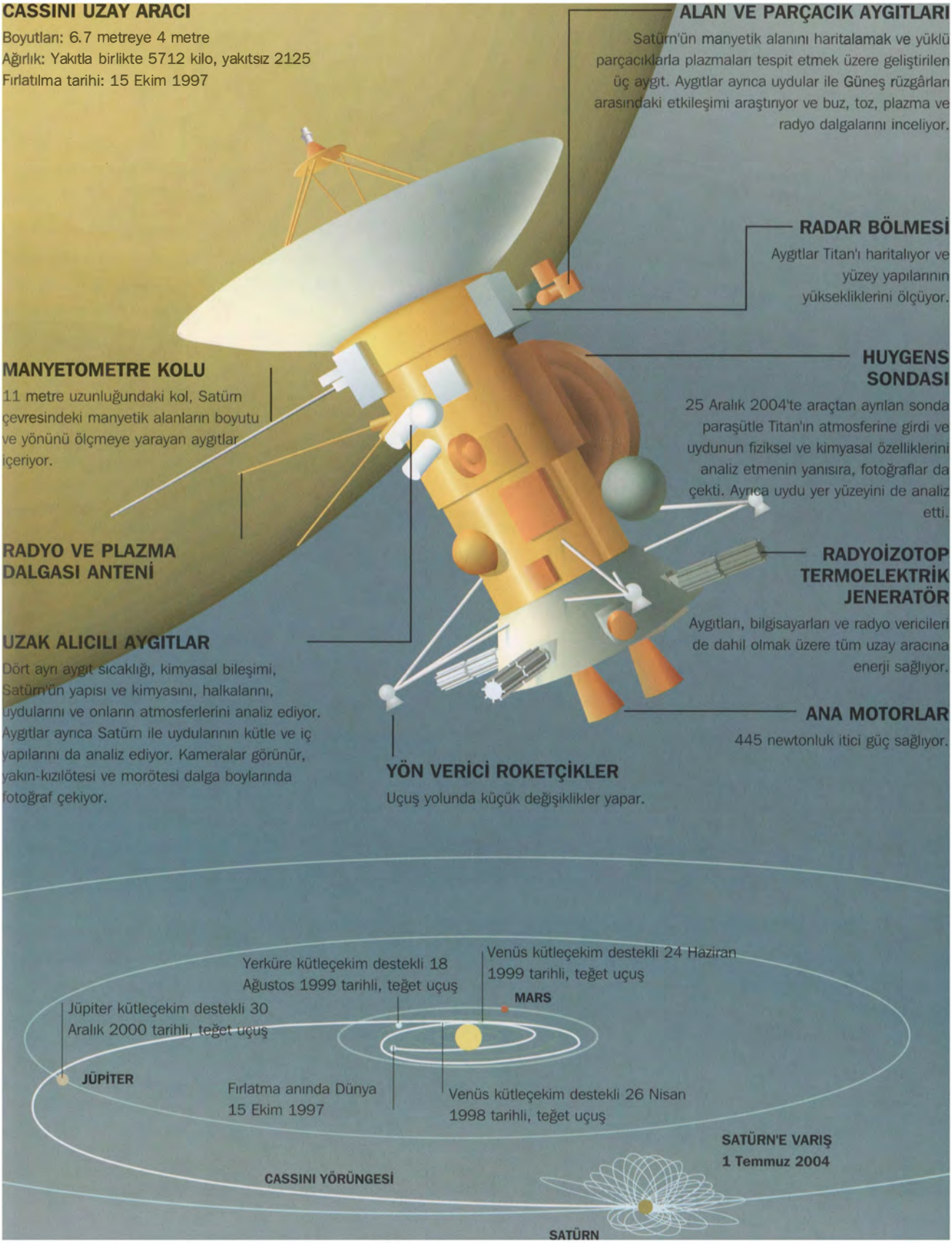
Mars'ta yaşam var mı veya en azından var

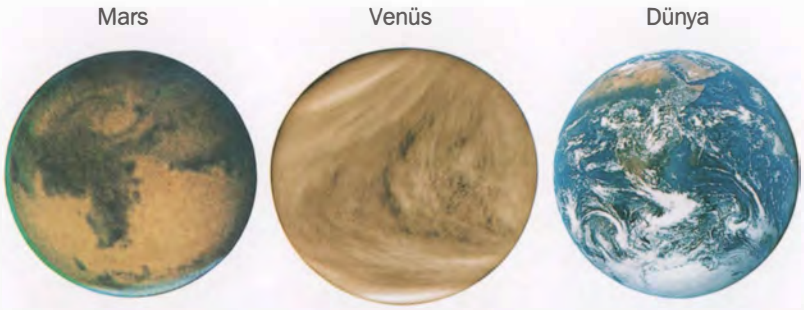


Solda ve yan sayfada: **1997'de Satürn'e gönderilen Cassini uzay aracı.**



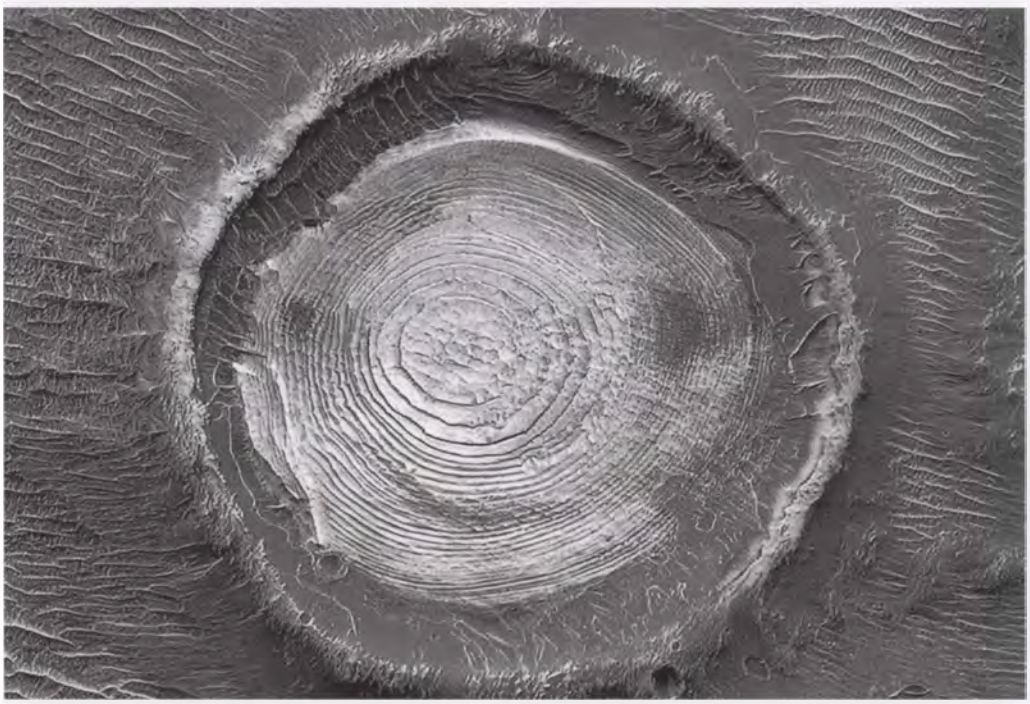
Aşağıda: **Cassini uzay aracının, Hubble uzay teleskopuyla işbirliği sonucu gözlemlenen Satürn'ün halkaları ve kutup ışıkları.**


CASSINI UZAY ARACI
Boyutları: 6.7 metreye 4 metre
Ağırlık: Yakıtla birlikte 5712 kilo, yakıtsız 2125
Fırlatılma tarihi: 15 Ekim 1997
ALAN VE PARÇACIK AYGITLARI
Satürn'ün manyetik alanını haritalamak ve yüklü parçacıklarla plazmaları tespit etmek üzere geliştirilen üç aygıt. Aygıtlar ayrıca uydular ile Güneş rüzgârları arasındaki etkileşimi araştırıyor ve buz, toz, plazma ve radyo dalgalarını inceliyor.
RADAR BÖLMESİ
Aygıtlar Titan'ı haritalıyor ve yüzey yapılarının yüksekliklerini ölçüyor.
MANYETOMETRE KOLU
11 metre uzunluğundaki kol, Satürn çevresindeki manyetik alanların boyutu ve yönünü ölçmeye yarayan aygıtlar içeriyor.
HUYGENS SONDASI
25 Aralık 2004'te araçtan ayrılan sonda paraşütle Titan'ın atmosferine girdi ve uydunun fiziksel ve kimyasal özelliklerini analiz etmenin yanısıra, fotoğraflar da çekti. Ayrıca uydu yer yüzeyini de analiz etti.
RADYO VE PLAZMA DALGASI ANTENİ
RADYOİZOTOP TERMOELEKTRİK JENERATÖR
Aygıtları, bilgisayarları ve radyo vericileri de dahil olmak üzere tüm uzay aracına enerji sağlıyor.
UZAK ALICILI AYGITLAR
Dört ayrı aygıt sıcaklığı, kimyasal bileşimi, Satürn'ün yapısı ve kimyasını, halkalarını, uydularını ve onların atmosferlerini analiz ediyor. Aygıtlar ayrıca Satürn ile uydularının kütle ve iç yapılarını da analiz ediyor. Kameralar görünür, yakın-kızılötesi ve morötesi dalga boylarında fotoğraf çekiyor.
ANA MOTORLAR
445 newtonluk itici güç sağlıyor.
YÖN VERİCİ ROKETÇİKLER
Uçuş yolunda küçük değişiklikler yapar.
Yerküre kütleçekim destekli 18 Ağustos 1999 tarihli, teğet uçuş
Venüs kütleçekim destekli 24 Haziran 1999 tarihli, teğet uçuş
MARS
Jüpiter kütleçekim destekli 30 Aralık 2000 tarihli, teğet uçuş
JÜPİTER
Fırlatma anında Dünya 15 Ekim 1997
Venüs kütleçekim destekli 26 Nisan 1998 tarihli, teğet uçuş
SATÜRN'E VARIŞ 1 Temmuz 2004
CASSINI YÖRÜNGESİ
SATÜRN



% 95	% 96.5	% 0.03	**Karbondioksit**
% 2.7	% 3.5	% 78	**Nitrojen**
% 0.13	Eser miktarda	% 21	**Oksijen**
Eser miktarda	0.0	% 0.0000071	**Metan**
-53 °C	+ 459 °C	+ 14 °C	**Yüzey sıcaklığı**

mıydı? Tartışma 1895'te, gökbilimci Percival Lowell'in Mars'ta "kanallar" gözlemlediğini iddia etmesiyle birlikte başladı: "(Onun) Mars'ı bir zamanlar Dünya gibi olup, şimdi ölmekte olan, çölleşmiş bir gezegen biçiminde hayal edişi, 20. yüzyıl imgelemini ele geçirdi" diyor. *Nature*'ın 2006 tarihli sayısı. Ancak, atmosfer yapısı ve yaşama elverişsiz yüzey sıcaklığı Mars'ın, tıpkı Venüs gibi yaşamsız olduğu görüşünü destekliyor. Öte yandan, Mars'a gerçekleştirilen son uzay seferinde atmosferde metan kalıntıları tespit edildi.



Solda: **Yaşam için çok soğuk, çok sıcak ve tam anlamıyla elverişli: Gezegen sıcaklıkları ve atmosferler.**

Aşağıda: **Mars'ın Schiaparelli Havzası'nda, çarpışma sonucu meydana gelmiş eski bir kraterin içindeki katmanlı oluşumların, Mars Küresel Araştırma uzay aracı tarafından 2003'te çekilen, yüksek çözünürlüklü görüntüsü. Katmanlar ilk bakışta Yerküre üstünde, eski göller veya okyanusların tabanında oluşmuş ve zamanla jeolojik etkilere maruz kalmış tortul yapıları akla getiriyor. "Kraterin içi rahatlıkla Kızıl Gezegen'in uzak geçmişinde suyla dolu olabilir. Burası belki de Schiaparelli çarpışma havzasını dolduran gölün tabanıydı" diyor Jerry Bonneli ile Robert Nemiroff, *Astronomy: 365 Days* [Gökbilim: 365 Gün] adlı kitapta. Ama ikili, tabakaların rüzgârlı Mars atmosferinden çöken tortularla oluşmuş olabileceğini de kabul ediyor. Mars'a gönderilen iki uzay aracı, Spirit ile Opportunity, 2004'te geçmişte Mars'ta yaşama elverişli koşullar olabileceğine ilişkin ilginç bazı ipuçları keşfettiler. Bunlardan biri, "yabanmersini" lakaplı, demir ve kayadan oluşan sıradışı gri küreciklerdi. Kürecikler çok eski döneme ait kirli bir su birikintisinden zamanla arta kalan parçacıklar olabilir.**

Güneş

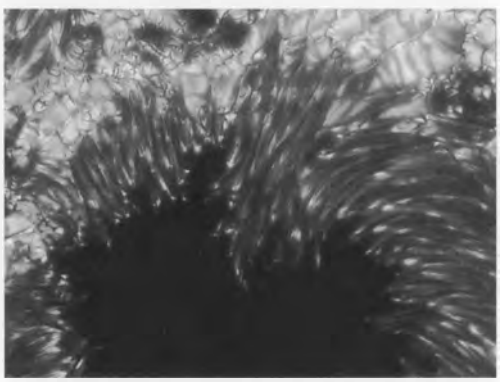
Işık ve sıcağın kaynağı Güneş, Ra'ya tapan (Ra-mses'deki gibi) antik Mısır başta olmak üzere, tüm erken dönem medeniyetlerinin merkezinde yer alıyordu. Yunanistan'ın, Atina kenti yakınlarında, bir fıçı içinde çıplak yaşayan ünlü düşünür Diyojen, kendisine zenginlik mi, günışığı mı, diye sorulduğunda günışığını tercih etmişti. Bunu duyan Büyük İskender bir sabah iddiayı test etmek amacıyla Diyojen'e, ne dilerse dilesin yerine getireceğini söyledi. Anlatılana göre aldığı yanıt şöyleydi: "Gölge etme başka ihsan istemem senden."

Güneş tutulmasına ilişkin kayıtlar, MÖ 21. yüzyıla dek gider. Çivi yazısıyla yazılmış bir tabletteki kehanete göre, ay tanrısı tutulma durumundayken, "Ur kralı, oğlu tarafından tuzağa düşürülecekti." Ancak, oğul tahta geçemeyecekti, çünkü güneş tanrısı onu yakalayacaktı. Yapılan titiz araştırmalara göre bu kehanet büyük olasılıkla Şulgi'nin oğlu tarafından öldürülüşü ve Amar-Sin'in MÖ 4 Nisan 2047'deki Ay tutulması civarında tahta geçişine işaret ediyordu.

Güneş'teki ilk lekeler -Güneş lekesi diye bilinen karaltılar- 1611'de, Christoph Scheiner tarafından gözlendi. Scheiner gözlerini korumak için görüntüyü beyaz bir perdeye yansıtan bir teleskop kullanmıştı. Ne var ki Scheiner'in ilk çalışmaları, hatalı çıkmaları durumunda üyesi olduğu Cizvit yoldaşlığına zarar gelmemesi için, sahte isimle yayımlandı. (Bu girişim yine de Galileo'yu çalışmanın sahibini ayırt etmekten ve kendisinin Güneş lekelerini çoktan tespit ettiğini iddia etmekten alıkoymadı.) Ama 1620'lerde, Scheiner Güneş lekeleri üzerine ilk önemli çalışma olan ve kendisinin resimlediği *Rosa Ursina*'yı yine kendi adıyla yayımladı (yukarıda).

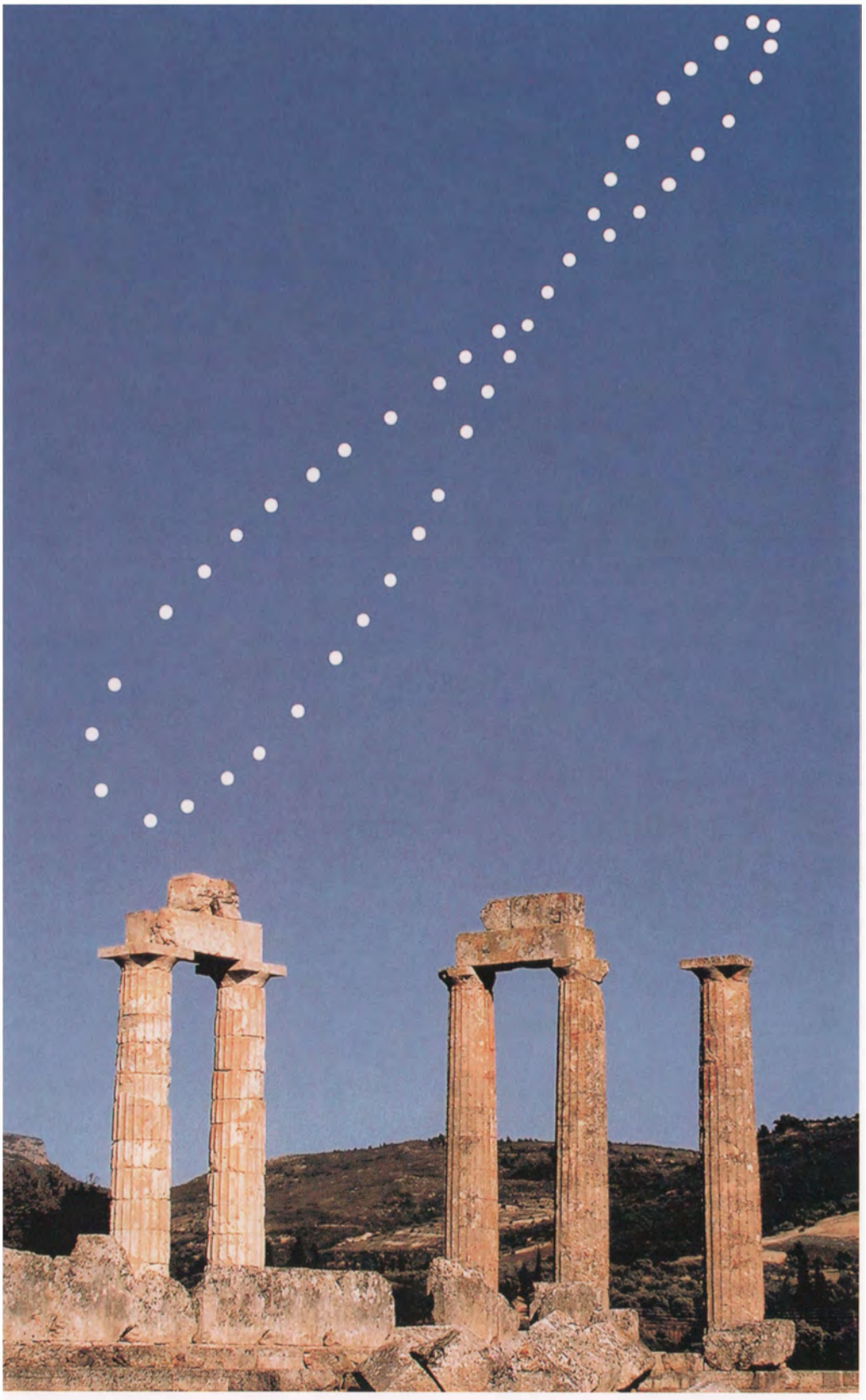


2002'de çekilen bu fotoğraf ise (aşağıda) bir Güneş lekesinin çok yakın plan görüntüsüne ait. Lekenin Güneş yüzeyinden daha koyu görünmesinin nedeni, bu bölgenin yaklaşık 6000°C'lik Güneş yüzeyinden 2000°C daha soğuk olması.



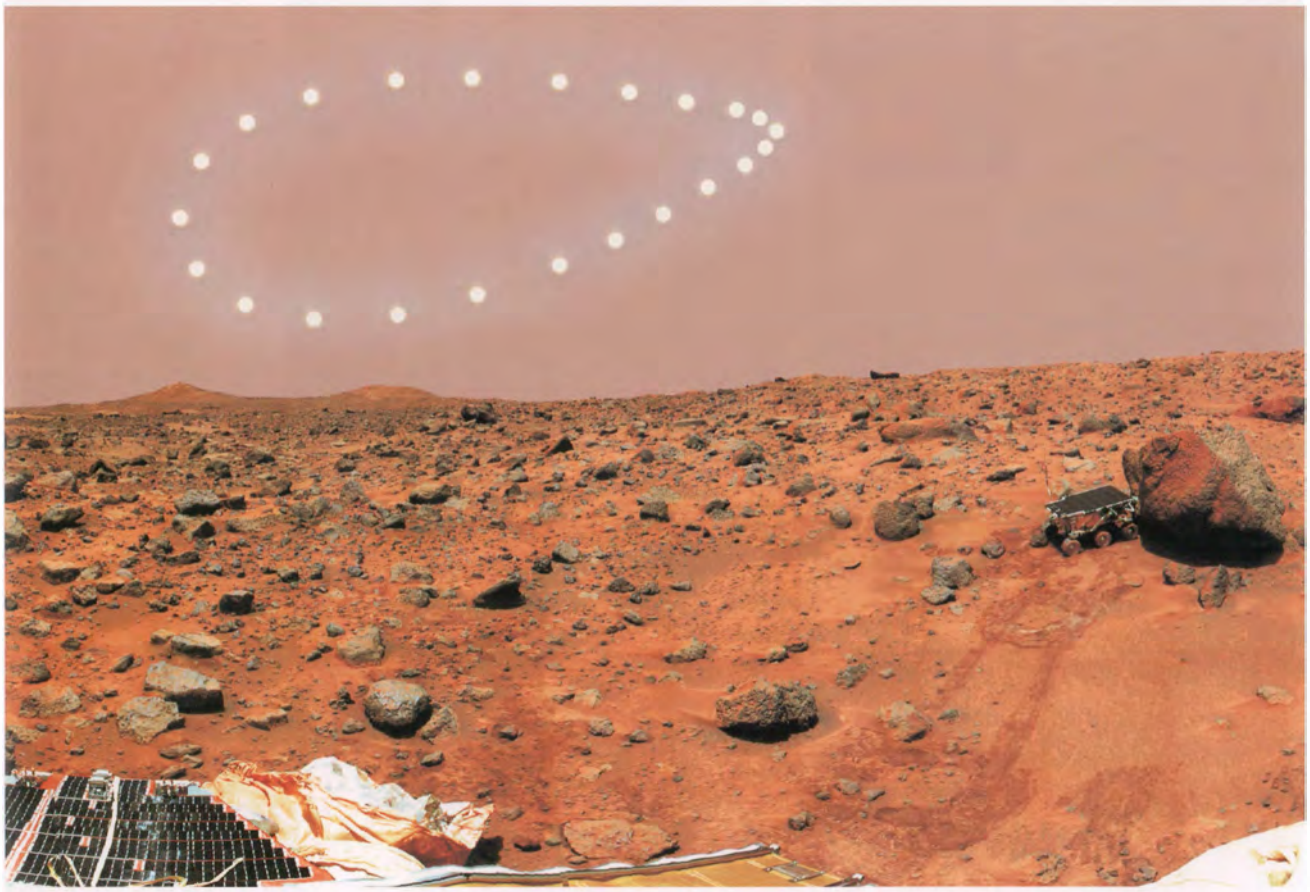
Yukarıda: **Christoph Scheiner tarafından çizilen Güneş lekeleri, 1625.**

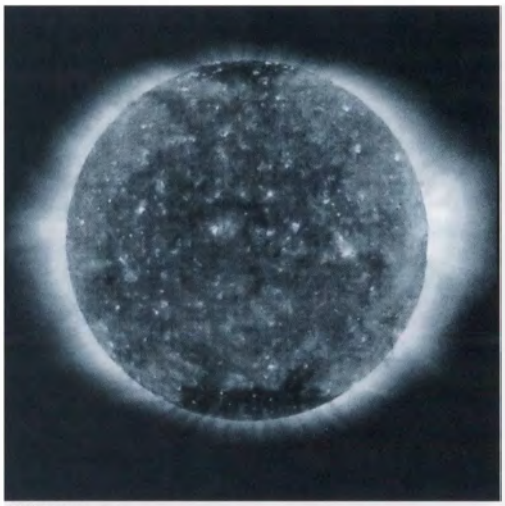
Aşağıda: **Bir Güneş lekesinin çok yakın plan çekimi, 2002.**



Bir gökbilim terimi olan analemma (günizi) Yunanca kökenlidir ve güneş saatinin üstüne oturduğu platform ya da temel anlamına gelir. Daha sonra sözcük, Güneş konumunun bir yıl boyunca her gün aynı zamanda ölçümü sonucu ortaya çıkan eğriyi nitelemek için kullanıldı. Sözkonu'su işlemde, her bir pozlama için tamı tamına aynı şekilde konumlanmış bir fotoğraf makinesi gerekir. Yanda görülen Yerküre bazlı analemma 2003'te, Yunanistan'daki antik Nemea'da kaydedildi. Çekimler için 44 ayrı pozlama ile bir önplan pozlaması gerekti. Aşağıdaki Mars bazlı analemma ise 1997'de, Mars Pathfinder uzay seferi sırasında kurulan Sagan Memorial İstasyonu tarafından çekilmiş fotoğrafların simülasyonu sonucu elde edildi. Analemma eğrisini oluşturan şey, Yerküre eksenindeki eğiklik ve gezegenin yörüngede hareketi sırasında meydana gelen hız farklılıklarıdır. Yerküre yörüngesi elips yerine kusursuz bir çember biçiminde olsaydı ve ekseni eğimli değil de yörünge düzlemine dik olsaydı, Güneş yıl boyu günün belli bir vaktinde gökyüzünde aynı noktada görülürdü. Analemma ise tek bir nokta olurdu. Yörünge çember biçiminde ama kutup ekseni şimdiki gibi eğimli olsa, o durumda sekizin halkaları eşit boyutta olurdu.

Yerküre bazlı (yanda) **ve Mars bazlı** (aşağıda) **analemma. Simülasyonla oluşturulan Mars analemması, Yerküre analemması gibi sekiz biçiminde değil, gözyaşı biçimindedir. Bu da Mars'ın eksen eğimi ile yörüngesel biçimi arasındaki farklı bir etkileşimin varlığından kaynaklanıyor. Satürn'ün analemması da gözyaşı biçimindedir, Jüpiter'in ise eliptik.**





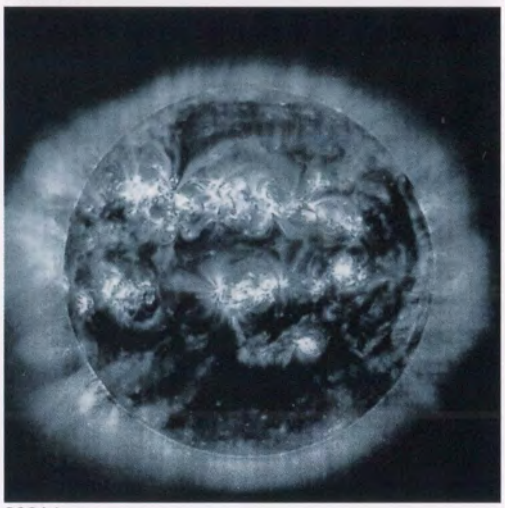
1997 başı



1998 ortası



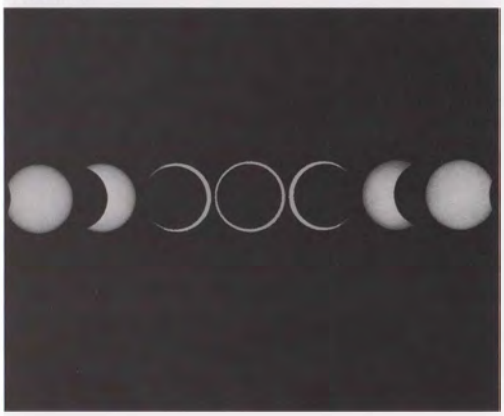
1999 sonu

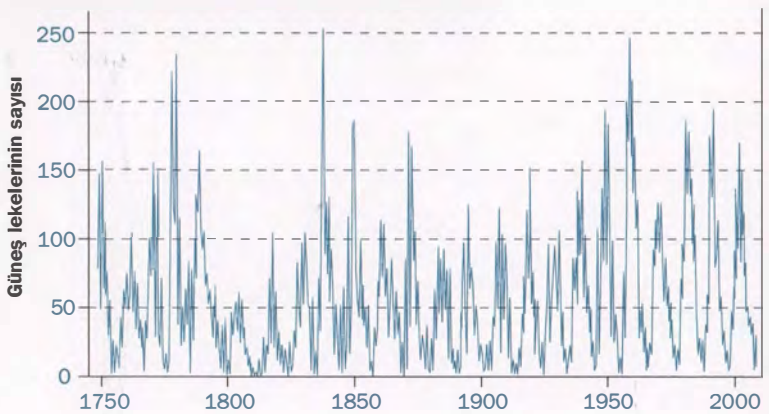


2001 başı

Solda: **Döngüsel Güneş aktivitesi. 1997-2001 yıllarını kapsayan bu morötesi görüntülerde, Güneş'in 11 yıllık döngülerinden biri boyunca gitgide artan aktivitesinin 2001'de zirve noktasına ulaştığı görülüyor. Aşağıdaki grafik ise 1750-1997 dönemine ait Güneş lekesi oluşumlarını gösteriyor. "Bilimciler parlama sırasında salınan enerjinin ilk etapta Güneş'in manyetik alanlarında depolanıyor olması gerektiği konusunda hemfikirler" diyor Gordon Holman. Görünüşe göre bu süreç sırasında, zıt güdümlü manyetik alanların biraraya geldiği ve birbirlerini kısmen yok ettikleri bir fenomen olan "manyetik yeniden bağlama" gerçekleşiyor. Bu da Güneş parlamalarındaki halkamsı görüntüleri açıklıyor.**

Sol altta: **1994 tarihli yıllık tutulma. Bu süreçte Ay, güneş ışığının tamamını değilse de büyük bir kısmını bloke eder. Ay'ın yörüngesi tam bir çember biçiminde olmadığı için Ay kimi zaman Dünya'dan biraz daha uzaktır ki, bu da tutulmanın geometrisini değiştirir.**



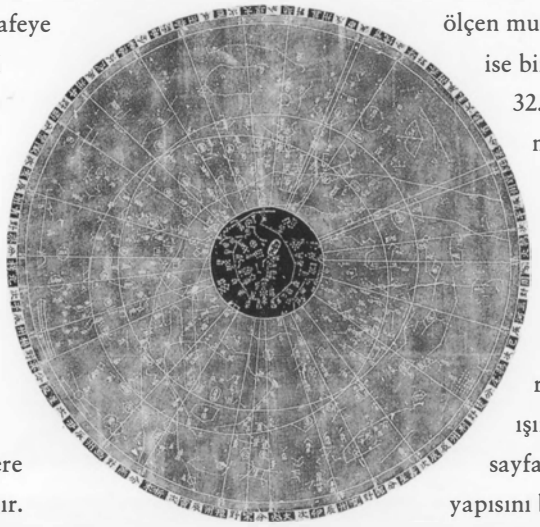


Yıldızlar

Evrendeki yıldızların sayısı trilyonlara varır (10^{12}) ama bu sayının yalnızca küçük bir yüzdesi çıplak gözle görülebilir. İnsan yıldızları binlerce yıldır gözlüyor, onlara tanrı, hayvan ve terazi gibi bilindik cisimler ile insani bir karakter kazandırıyor olsa da, göğü gözleme deneyimi daima şaşkınlık uyandırmayı sürdürüyor.

Güneş Sistemi'ne en yakın yıldız, Güneş'ten yaklaşık 4.3 ışık yılı uzaktaki Proksima Erboğa'dır (Proxima Centauri). (Işık yılı SI sistemine dahil olmayan, oldukça kullanışlı bir birimdir ve ışığın boşluk içinde bir yılda kat ettiği mesafeye karşılık gelir. Bunun SI sistemine göre karşılığı ise 9.461×10^{15} metredir.) En uzak yıldızlar ise milyarlarca ışık yılı uzaktadır. Güneş gibi tekli yıldızlara; ikili yıldızlar, çoklu sistemler veya çeşitli bileşenleri olan kümelere kıyasla daha az rastlanır. Yıldızlar parlaklık, renk, sıcaklık, kütle, kimyasal kompozisyon veya yaş açısından birbirlerinden farklıdır.

MÖ 2. yüzyılda hazırladığı yıldız kataloğuyla bir parlaklık ölçüm sistemi geliştiren ilk kişi Hipparkos'tu. Sistemde altı büyüklük derecesi vardı ve kuzey yarımküre göğünde yer alan en parlak 15 yıldız 1. sınıfa; en sönük yıldızlar ise 6. sınıfa dahildi. Bugün kullanılan sistem de Hipparkos örneğini takip eder: Yıldız ne kadar parlaksa, derecesi o kadar düşüktür. Her 1 derecelik artışla birlikte parlaklık logaritmik olarak 2512 kat artış gösterir. Diğer bir deyişle, 5 derecelik bir azalma, 2.512^5 'lik veya 100 katlık bir parlaklık artışına karşılık gelir. Kimi yıldızlar öyle parlaktır ki, büyüklük dereceleri *negatiftir*. Örneğin, -1.5 olan Sirius. Akşam ve sabah yıldızı Venüs'ün, en parlak halinde -4.0 olan derecesine karşılık, dolunay -12.7, Güneş ise -26.9'dur. Bu rakamların hepsi *görünür* derecelerdir, çünkü yıldızın Yerküre'ye uzaklığını göz önüne almazlar. Işığın doğrudan parlaklığını ölçen mutlak parlaklık (kadir) ise bir yıldızın standart 32.6 ışık yılı mesafesinden gözlemlendiğinde sahip olduğu parlaklık derecesidir. Güneş'i anlamamızda büyük rol oynayan tayfsal ışın analizi tekniği (bkz. sayfa 76), uzak yıldızların yapısını belirlemede kullanılan başlıca tekniktir. Böylece renk ve sıcaklıklarına göre yıldızlar tayf tiplerine ayrıştırılır. En sıcak mavi tip olan O, 40,000 K'lik sıcaklık derecesine, en soğuk kırmızı tip M ise 3000 K'ye karşılık gelir. Mutlak kadire karşılık tayf tipine göre hazırlanan grafik ortaya Hertzsprung-Russell (H-R) grafiğini çıkarır. Bu grafiğe göre belli bölgelerde yer alan yıldızlar, örneğin "beyaz cüceler", "dev" yıldızlar ve "Sefe değişkenleri" kümeleşme eğilimi gösterir.





Yukarıda: **Popüler bir evrenbilim metninde yer alan takımyıldızlar, 1540.**

Solda: **1193 tarihli bir Çin yıldız tablosu. Tablo tüm medeniyetler içinde en uzun ve kesintisiz astronomik kayıtların bir parçası.**

Arka sayfa üstte: **Keck teleskopu gibi çok büyük optik teleskopları barındıran Hawaii, Mauna Kea üzerindeki yıldız izleri (bkz. sayfa 67). Fotoğrafı oluşturmak için dijital fotoğraf makinesiyle çekilmiş, 150'den fazla, bir dakikalık pozlama kullanıldı. Görülen uzun yıldız izlerinin kaynağı, çekim süresi boyunca Dünya'nın dönme hareketi. Arka plandaki yanardağ manzarası ay ışığıyla aydınlanmış.**

Arka sayfa altta: **Andromeda Gökadası'nın kızılötesi fotoğrafı. Kendi gökadamız Samanyolu'na en yakın başlıca gökada olan Andromeda, iki milyon ışık yılı mesafede yer alır. Bu fotoğraf Spitzer uzay teleskopuyla, 18 saat boyunca çekilen 11,000 ayrı pozlamayla oluşturuldu. Kızılötesi ışık, özellikle yıldızlar tarafından ısısı yükselen toz bulutlarına karşı duyarlıdır.**





Kuyrukluyıldızlar



Dünya yakınından geçen kuyrukluyıldızlar insanı geçmişten bu yana büyülemiştir. Dünya'ya 76 yılda bir uğrayan (en son 1986) Halley kuyrukluyıldızı, MÖ 240 yılından beri gözleniyor. Halley 1066'da, İngiltere'nin Normandiyalılar tarafından işgali sırasında görüldüğünde, bu görüntü Bayeux Duvar Halısı üzerine işlendi. Kuyrukluyıldız 1910'da özellikle parlak görünüyordu. O dönemde Tropik Seylan'ın uzak bir kıyı bölgesinde yerel yönetim memurluğu yapan Leonard Woolf (Virginia Woolf'un müstakbel eşi) resmi güncesine, yerli halkın kuyrukluyıldıza kötü alamet olarak yaklaştığını not etmişti (düzenli aralıklarla kendini gösterdiği için!).

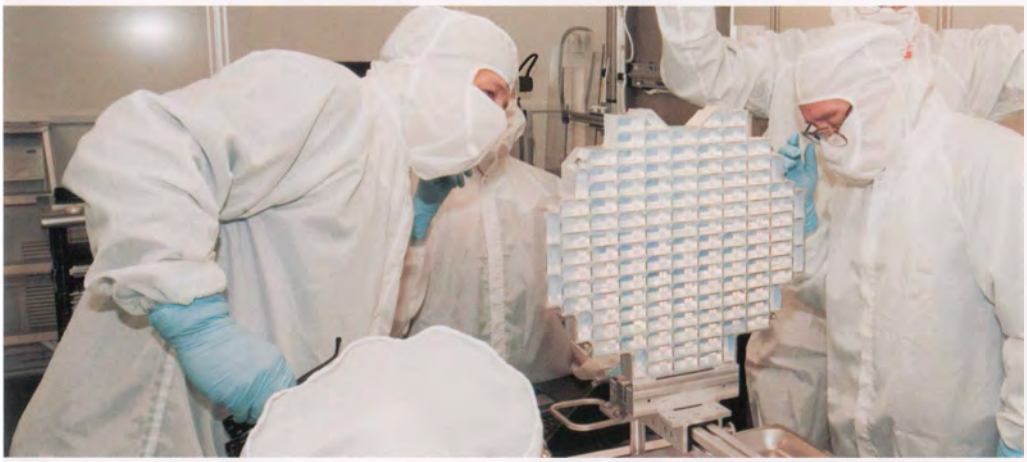
Bir kuyrukluyıldız yörüngesini hesaplayarak, yıldızın yeniden görüneceği tarihi öngören ilk kişi Edmond Halley'di. 1705'te Halley 1531, 1607 ve 1682'de gözlenen üç kuyrukluyıldızın çok benzer özellikler gösterdiğini, bu yüzden de aynı yıldız olmaları gerektiğini söyledi. Bir sonraki geçişin 1758'de olacağını da ekledi. Bu olay vakti geldiğinde (Halley'in 1742'deki ölümünden sonra) gerçekleşince, kuyrukluyıldıza Halley'in adı verildi.

21. yüzyıl başında, konuyla ilgili bilgilerimizde önemli bir artış oldu. Uzay araçları kuyrukluyıldızları yakından fotoğrafladı, dünyaya numuneler getirildi ve bir sonda bir kuyrukluyıldızın çekirdeğine indirildi. 2006 tarihli *Nature* dergisine göre sonuçta en büyük sürpriz, "Bu kirli kartoplarının, buzdan olduğu kadar ateşten de doğmuş olması"ydı. Bilimciler Nasa'ya ait Stardust sondasının, 2 Ocak 2004'te, Wild 2 kuyrukluyıldızının yakınından geçerken topladığı parçacıklar içinde çok çeşitli minerallere rastlayınca büyük bir hayrete düştüler. "Bulunan bileşenlerin çoğu ancak bir yıldıza yakınken oluşabilir; kuyrukluyıldızın ilk olarak meydana geldiği, Güneş Sistemi'nin serin kıyılarından çok uzaklarda."

Solda: **Stardust uzay aracının, 2004'teki yakın uçuş sırasında kaydettiği Wild 2 kuyrukluyıldızının çekirdeği. Çekirdeğin çapı yalnızca 5 kilometre kadardı, toz ve gaz parçacıkları ise geride milyonlarca kilometre uzunlukta bir iz bırakıyordu.**

Aşağıda: **1066'da Halley kuyrukluyıldızı, Bayeux Duvar Halısı'na resmedildi.**





Solda: **Bilimciler Wild 2 kuyrukluyıldızının kuyruğundan alınan parçacıkları içeren aerojel bloklarını inceliyor. "Tek bir parçacık üstünde, bir yıl boyunca çalışmak mümkündü."**

Kara Delikler

Kara delikleri ve onların önde gelen savunucusu Stephen Hawking'i kuşatan abartılı yaklaşım düşünülünce belki de şunu söylemekte yarar var: Kara delikler var olabilir veya olmayabilir, bu konuda kesin bir kanıt mevcut değil. Ayrıca bu görüş, yeni bir görüş de değil. İlk olarak 1783'te (sismolog) John Michell tarafından ileri sürüldü ve çok geçmeden de Pierre Simon Laplace tarafından kağıt üstünde hesaplandı; 1916'da Einstein'ın genel göreliliğinden yaralanan Karl Schwarzschild tarafından matematiksel olarak tanımlandı, 1939'da Robert Oppenheimer ve Hartland Snyder tarafından matematiksel olarak kanıtlandı ama Einstein'ın kendisi tarafından önemli ölçüde ün kazandırıldı. Son olarak 1964'te, John Wheeler tarafından "kara delik" diye adlandırıldı. Michell kara delik görüşünü öne sürerken kaçış hızı, ışık hızından büyük olacak kadar iri bir cismin var olma olasılığını düşünmekteydi.

"Kara delikler: Sonsuzluğun Öteki Yüzü" isimli, gezgin planetaryum gösterisinde yer alan tanıma göre, "Kara delik, yaşamının sonuna gelen en büyük yıldızların çökmesiyle oluşan, son derece yoğun kütleli bir madde konsantrasyonudur. Gökbilimcilerin teorisine göre kara deliklerin merkezinde sonsuz yoğunluğa sahip -teklik denen- bir nokta yer alır."

Kara delikler tanım itibarıyla görülemezler çünkü ışık onlardan kaçamaz (gerçi "Hawking ışınımı" denen diğer bazı ışınımlar kaçabilir). Yerlerini belirlemenin tek yolu yakınlarında bulunan uzay cisimleri üstünde yarattıkları ışınım etkileridir; gaz püskürmeleri ve yörüngede hızla dönen cisimler gibi. İlk uygun kara delik adayı, 1965'te keşfedilen Cygnus X-i idi.



Samanyolu gökadasının merkezi. Paranal gözlemevine ait Çok Büyük Teleskop tarafından elde edilen bu yakın-kızılötesi görüntü, gökadanın yaklaşık iki ışık yıllık bölgesini içine alıyor. Yıldızlardan biri olan S2'nin yörüngesine bakılarak, Samanyolu merkezindeki, Güneş'in iki milyon katı kütleye sahip kara deliğin varlığı anlaşılabilir. Bu iddia S2'nin, görünmez ve son derece kompakt olması gereken bir cismin muazzam ölçüdeki kütleçekimi tarafından etkileniyor izlenimi yaratan yörüngesini temel alıyor. Sözkonusu etkiyi yaratan süperkütleli kara delik olmalı. Ancak, bazı gökbilimciler şüpheli yaklaşımlarını sürdürerek, bu tür hareketlerin farklı bir yıldız tipiyle açıklanabileceğini düşünüyorlar.

Doğanın Sabitleri

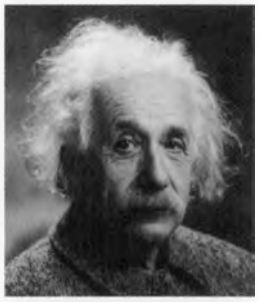
Fizikte Einstein bile birkaç hata yaptı. Bunlar içinde -kamuoyu ilgisini çektiği için- en iyi bilineni ise 1915 tarihli genel görelilik alan denklemlerine, 1917 yılında *kozmolojik sabiti* eklemesiydi. Bu olay bize tüm fizik sabitleri konusunda önemli bir şey söyler.

Einstein'ın kozmolojik "düzeltme faktörü"nü eklemesinin tek nedeni, ileri sürdüğü evren modelini statik ve dolayısıyla sonsuz kılabilmekti. O dönemde Einstein ve diğerleri evrenin böyle olması gerektiğini düşünüyordu. Einstein'a göre sözkonusu sabit olmadan, kütleçekim evrenin kendi üstüne çökmesine neden olurdu. Sabit "yalnızca maddenin sözde-statik bir dağılımını sağlamak" amacıyla gerekli olduğundan, Einsten'in orijinal denklemlerinin zarafetine yapılmış sevimsiz bir müdahale gibiydi. Ardından Edwin Hubble'ın teleskopla gerçekleştirdiği gökada gözlemleri evrenin sabit değil, genişlemekte olduğunu kanıtladı. Sonuca ikna olan Einstein, 1931'de gazetecilere, hem (genişleyen evren görüşünü benimseyerek -bkz. sayfa 68-) statik evren modelini, hem de kozmolojik sabitini geri çektiğini duyurdu. Einstein bu sabiti eklemiş olmaktan dolayı hayli pişmanlık duysa da, alan denklemlerinin yeni kavuştuğu sadelikten memnundu.

Nobel ödüllü ünlü teorisyen Steven Weinberg, "Ne var ki kozmolojik sabit olasılığı, kolayca ortadan kalkmadı" diyordu 1993'te yayımlanan, *Dreams of a Final Theory: The Search for the Fundamental Laws of Nature* [Nihai Bir Teorinin Hayali: Doğanın Temel Yasalarının Arayışı] adlı kitapta. "Kozmolojik sabitin gereksiz bir komplikasyon olduğunu söyleyip kenara çekilmek yeterli değil. Sadeliğin de, her şey gibi açıklanması gerekir." Weinberg'in temkinli yaklaşımının ne denli yerinde olduğu sonraları doğrulandı. Genişleyen evrene yönelik son gözlemler, kozmolojik sabitin gerçekten de alan denklemlerinde yer aldığına ilişkin güçlü kanıtlar taşıyor. Görünüşe göre bu durum, evrenin genişlemesindeki hızlanmadan kaynaklanıyor.

Hayati öneme sahip pek çok fizik sabiti mevcut. Bilim dışı çevre tarafından bilinen sabitlerden biri c ile ifade edilen ışık hızıdır ve bu hız saniyede 2.977 924 58 x 10^8 metredir (yaklaşık saniyede 300,000 km). Diğer sabitler arasında Newton'un kütleçekim denklemlerinde yer alan kütleçekim sabiti *G*, elektron veya proton üstündeki yük *e*, bir moldeki birim sayısına karşılık gelen Avogadro sabiti N_A (bkz. sayfa 90) ve bir kuantumun enerjisini frekansıyla ilişkilendiren Planck sabiti *h*'dir. (Sözkonusu enerji, frekansın Planck sabitiyle çarpılmasıyla kolayca ortaya çıkar.) Binlerce defa yapılan deneyler bu sayıların çok farklı fiziksel koşullar altında dahi sabit kaldığını ortaya koydu. Örneğin, Satürn'de, Dünya'dakinden az da olsa farklı değerlere sahip olsalardı, Cassini uzay seferi için yapılan hesaplarda hata olur, uzay aracı uzayda kaybolurdu.

Ne var ki temel sabitlerin sahip oldukları değerlerin nereden geldiğini veya hep aynı kalmaları, hiç değişmemeleri gerektiğini açıklayabilen hiçbir teori yok. Nihayetinde tüm bu sabitler, tıpkı Arşimet'ten bu yana bilimcilerce aynı anda "keşfedilen" ve "icat edilen" doğa yasaları gibi insan yapımı. Einstein'ın kozmolojik sabitinin inişli çıkışlı öyküsü de bize bu önemli gerçeği anımsatıyor.



Görelilik ve kuantum teorisi üzerine gerçekleştirdiği önemli çalışmalarıyla 20. yüzyılın en önemli fizikçisi haline gelen Albert Einstein (1879-1955). Ama Einstein, teorilerinin, tıpkı Newton'unkiler gibi tüm zamanlar için yeterli olamayacağını kabul etmişti. Şöyle diyordu fizikçi: "Bilim kapalı bir kitap değildir ve asla da olmayacaktır. Her önemli gelişme beraberinde yepyeni soruları getirir. İleri atılan her adım uzun vadede yeni ve daha derin güçlükleri ortaya koyar." Einstein'ın ileri sürdüğü kozmolojik sabit bu sözlerin doğruluğunu kanıtlıyor.

Genişleyen Evren ve Büyük Patlama

"Bundan on veya yirmi milyar yıl önce bir şey oldu; Büyük Patlama. Yani evrenimizi başlatan büyük olay. Bu olayın ardında yatan neden, elimizdeki en büyük gizemdir. Olayın gerçekliği ise hayli açık ve net." Carl Sagan'ın sözleri, bugün 13.7 milyar yıl önce gerçekleştiği sonucuna varılan tek bir oluşum anı görüşünü benimsemiş modern evrenbilimcilerin vardığı uzlaşıyı başarıyla özetliyor. "Büyük Patlama'dan önce ne vardı?" sorusunu soranlara verilen uzlaşılmış yanıt ise, "Büyük Patlama'dan önce" "zaman"ın var olmadığı, dolayısıyla bu sorunun bir anlamı olmadığı.

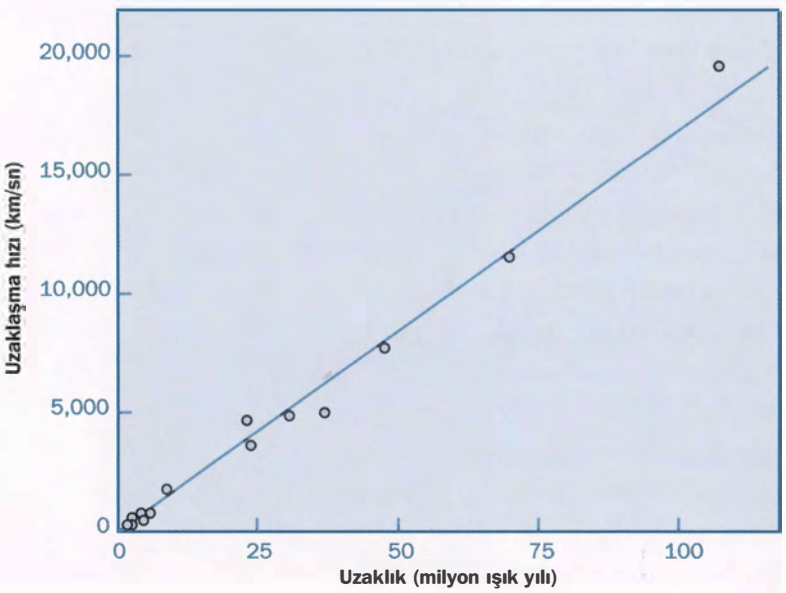
Tek bir anda oluşum ister istemez; tek bir noktada patladıktan sonra tüm yönlere doğru genişleyen bir evreni akla getiriyor. Evrenin genişlemesine ilişkin sağlam bulgular sağlayan ilk ölçümler, 1920'lerde Edwin Hubble tarafından elde edildi. Dünyanın en büyük teleskopuyla, en hassas fotografik plakalarla ve Wilson Dağı'ndaki tayfölçerle gerçekleştirilen ve geceler boyu süren, yorucu gözlemelerin ardından Hubble, 1931'de, ileride hayli ünlenecek olan grafiğini ortaya çıkardı (sağda). Grafik gökadaların uzaklaşma hızlarının, Dünya'ya olan uzaklıklarıyla birlikte nasıl değişiklik gösterdiğini gözler önüne seriyordu. Uzaklaşma hızları, gökadaların dalga boylarındaki Doppler kaymasına bakarak (bkz. sayfa 102) hesaplanmıştı ve gökadanın çekilme hızı arttıkça, dalga boyları da gitgide uzuyor, yani görünür tayfın kırmızı ucuna doğru kayıyordu. Gökadaların Dünya'ya olan uzaklıkları ise başka gökbilimciler tarafından geliştirilmiş başarılı bir teknikle elde edilmişti. Bu teknik yıldızların Sefe değişkenleri diye bilinen görünür ve mutlak kadirlerinin (bkz. sayfa 149) karşılaştırılmasını temel alıyor, sonuçta yıldızların parlaklıklarındaki periyodik değişiklikleri ortaya çıkarıyordu.

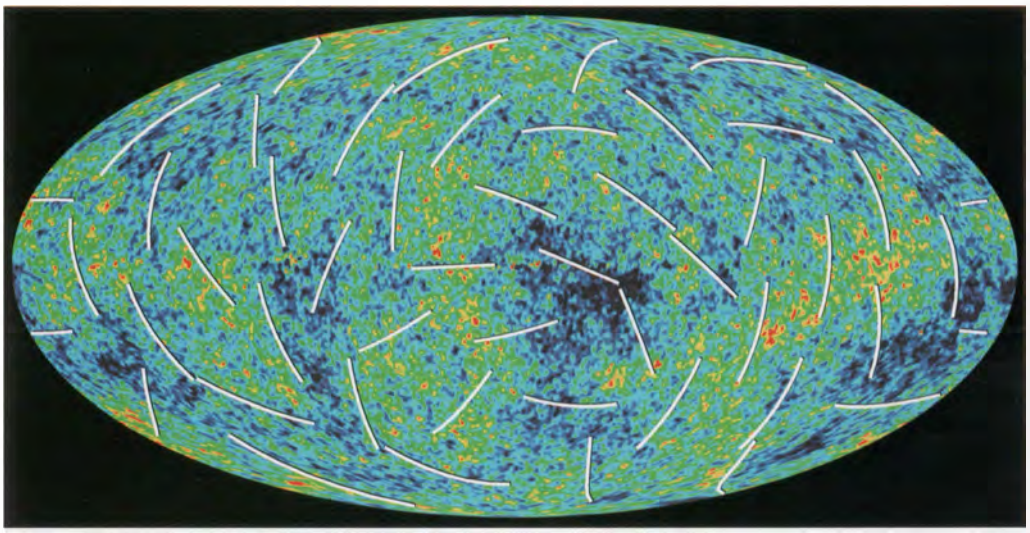
Hubble'ın grafiği, veri belirsizliğini de göz önüne alan, doğru bir çizgiydi. Elde edilen hayret verici sonuca göre, uzaklaşma hızı, uzaklıkla orantılıydı. Yıldızlar ne denli uzaklarsa, o denli hızla uzaklaşıyorlardı. Hubble sözkonusu oranlılığın sabitini hesapladı, öyle ki uzaklaşma hızı, mesafeyle Hubble sabitinin çarpımına eşitti.

Hubble'ın ölçümlerinin ardından Büyük Patlama'ya ilişkin en büyük kanıt, kozmik mikrodalga fon (CMB) ışınımı oldu. 1940'larda George Gamow ve başka bazı bilimciler Büyük Patlama'nın hemen ardından yayılan ilk ışığın, şimdi bile evrende tespit edilebilmesi gerektiğini öngörmüşlerdi. Evrenin genişlemesi (Hubble yasasına göre) 1000 kat olacak şekilde göz önüne alınarak, sözkonusu artık ışığın dalga boyu aşağı yukarı 1 mm olarak hesaplandı. Bu dalga boyu tayfın mikrodalga bölümüne denk



1920'lerde genişleyen evreni keşfeden gökbilimci Edwin Hubble, (1889-1953). Gökadaların uzaklaşma hızını ve Dünya'ya olan uzaklıklarını ölçen Hubble, aşağıdaki grafikte görüldüğü gibi, hızın uzaklıkla orantılı olduğunu keşfetti. Bu ilişki Hubble yasası diye bilinir.





Wilkinson Mikrodalga Anizotropi Sondası WMAP'nin (aşağıda) **tespit ettiği Büyük Patlama'dan arta kalan dalgacıklar** (solda). **2001'de fırlatılan WMAP, 1992'de fırlatılan Kozmik Arkaplan Araştırmacısı'na kıyasla 35 kat iyi bir çözünürlükle, anizotropik kozmik mikrodalga fon (CMB) ışınımını ölçtü. Sinyalde beliren farklı renkler çok küçük sıcaklık dalgalanmalarını (bir kelvinin milyonda 30 ila 70'i kadar) işaret ediyor. Beyaz çizgiler ise ışınımın farklı kutuplaşmalarını belirtiyor. CMB kutuplaşması görünüşe göre ilk yıldızların oluşumundan sonra ortaya çıktı ki bu da büyük olasılıkla zamanımızdan 13 milyar yıl önceydi.**

geliyordu. Böyle bir mikrodalga ışınımın varlığı 1965'te, bir radyo dalgası teleskopun kurulumu sırasında Arno Penzias ve Robert Wilson tarafından kazara tespit edildi. 1992'de uyduyla (Kozmik Arkaplan Araştırıcısı) yapılan ayrıntılı incelemeler CMB'nin aslında izotropik, yani her yönde aynı değil, *anizotropik* olduğunu, küçük dalgalanmalar içerdiğini ortaya koydu. Bunlar Büyük Patlama'dan sonra madde yoğunluğunda meydana gelen çok küçük dalgalanmaların bir yansıması, diğer bir deyişle izotropik ilk kozmik sisin içinden gökadaların oluşumunun sinyalleriydi.

Büyük Patlama teorisinde, açıklama gerektiren önemli bazı boşluklar olduğunu söylemek yanlış olmaz. Ama teorinin çok çeşitli astronomik gözlemlerle elde edilen kanıtları sonsuz evren teorisine kıyasla daha iyi açıkladığı da kesindir. Sonsuz evren görüşü, Hubble'ın genişlemeye yönelik verilerini de içine alacak şekilde, önemli gökbilimcilerden oluşan küçük bir grubun elinde yeşermiş ve Einstein'ın 1917'de savunduğu "statik" evren görüşünü temel almıştı.

Teori yeni "Durağan durum" evreni adını aldı. Teoriyle genişleme tanınıyordu ama yeni madde (örneğin gökadalar) genişlemeden doğan boşlukları doldurmak için oluşuyor, evrenin durağan yoğunluklu ve değişmez olmasını sağlıyordu. İşin ilginci, Büyük Patlama ismi, teorinin muhaliflerinden Fred Hoyle tarafından, alaycı bir espriyle ortaya atılmıştı. Hoyle durağan durum teorisine inanıyordu!





III İNSANIN ÖLÇÜMÜ

"İnsan tartışır, doğa harekete geçer" demişti Voltaire. Ne var ki Einstein'ın da bilgelikle gözlemlediği gibi: "Doğayla ilgili kavranması en güç gerçek, kavranılmaz olmasıdır."

İnsan ile ölçümün birlikteliği her zaman mutlu bir birliktelik olmasa da, insan doğasına ilişkin ölçümler -zihin, beden ve toplum- yıllar içinde artmayı sürdürüyor. Zeka testlerinde, eğitimsel ve mesleki sınavlarda ve bilginin uzmanlık alanlarına ayrıştırılmasında da önemli artışlar görülüyor. Tıpkı sağlık göstergeleri, tıbbi testler ve cerrahi operasyonlarda olduğu gibi. Toplumsal düzeyde ise iş sahalarını pazar araştırması; devletleri vergi ve nüfuz sayımı; ulusal politikalar ve seçimleri ise anket ve kamuoyu yoklamaları olmaksızın düşünmek olanaksız gibi.

Tahmin edilebileceği gibi insan doğasının ölçümü, ulaşılabilecek doğruluk ve kesinlik oranı açısından, fiziksel doğanın ölçümünden hayli farklı. Üstelik bir gezegenin veya atomaltı parçacığın üstünde gerçekleştirilen deneylere uygulanamayacak kimi ahlaki kısıtları da içeriyor. Ama yine de amaç, bir dilbilimci, psikolog, genetikçi, sosyolog ya da fizikçi için hep aynı: İnsana ait bir fenomeni titiz ve kontrollü gözlemle nicelemek ve bu sayede analiz edilebilecek ve teoriye dönüştürülebilecek veriler elde etmek. Tüm bunların belli bir maliyeti olduğunu, ama yararlarının ağır bastığını biliyoruz.

İnsan kafasının manyetik rezonanslı görüntüsü. MRI doktorlar için son derece değerli, psikologlar içinse büyüleyici bir yöntem. Beyni inanılmaz bir netlikle gösteren bu görüntüleme yöntemi, zihnin sırlarını da ortaya çıkarabilir.

8. Bölüm *Zihin*



Mısır hiyerogliflerinin sırrını çözmede anahtar rolü oynayan Rosetta taşı. 1799'da Mısır, Rosetta'da (Raşid) Fransız askerleri tarafından keşfedilen taş, çok geçmeden savaş ganimeti olarak British Museum'a götürüldü. Taşın üstünde üç yazı türü mevcut: Hiyeroglifik (üstte), demotik (ortada) ve alfabetik (aşağıda). Hiyeroglifik ve demotik yazılar temelde aynı Mısır dilinde, alfabetik yazı ise Yunanca olarak yazılmış. Rosetta taşı bugün yazının gücünü ve zihnin madde dünyasına üstünlüğünü sembolize ediyor.

Dil

19. yüzyıl ortalarında Amerikalı konuşma terapisti Alexander Melville Bell, konuşmayı kaydetmeye yarayan bir işaretler sistemi geliştirdi. Amacı işitme engelli öğrencilerin anlaşılır şekilde konuşabilmeyi öğrenmelerini sağlamaktı. Sistemin sembolleri İngiliz alfabesine hiç benzemiyor, dil, dudaklar, diş vb. mafsallı konuşma organlarının pozisyonlarını gösteren temsili resimlerden oluşuyordu. Örneğin, sola eğimli tüm semboller, dilin gerisiyle telaffuz edilen sessizleri temsil ediyordu. Bell geliştirdiği sistemi 1867'de, *Visible Speech: The Science of Universal Alphabetics* [Görsel Konuşma: Evrensel Alfabe Bilimi] adıyla yayımladı. Halka hitaben yaptığı konuşmalarda izleyiciler arasından, tercihen bilinmeyen bir lehçeyi konuşan birini çağırır, ondan içinden geldiği gibi birkaç sözcük söylemesini isterdi. Ardından bu sözcükleri kağıda döker ve (ileride telefonla ünlenecek olan) oğlu Alexander Graham Bell'i yanına çağırırdı. Sözcükleri önceden duymamış olan oğlundan işaret sistemiyle yazdığı kelimeleri okumasını isterdi. Bunun üzerine konuşmacının orijinal telaffuzu ile oğlunun taklidi karşılaştırılırdı.

Yazının görünür, konuşmanın görünmez olması dışında, yazılı dil ile konuşma dili arasındaki temel farklılıklar nelerdir? Farklılıkların en önemlisi yazılı bir pasajın doğal olarak, ister bir alfabenin harfleri olsun, ister Çin karakterleri ya da Mısır hiyeroglifleri, kendisini oluşturan sembollere ayrıştırılabilmesidir. Oysa aynı şey konuşma pasajı için geçerli değildir. Elbette dili, ünsüzlere, ünlülere ve hecelere ayrıştırırız ve dilbilimciler de fonem (sesbirim) ve morfem (biçimbirim) gibi, söze dökülen "atomlar ve moleküller"den pek çok kategoriler yaratırlar ama bu ayrımlar daima yapaydır ve asla kesişmelerden bağımsız değildir.

Dilbilimci Steven Pinker, *The Language Instinct* [Dil İçgüdüsü] adlı kitapta, "Dil, yumuşak ağız ve gırtlak eti tarafından bükülerek tıslamalara ve mırıldanmalara dönüştürülmüş bir nefes nehridir" diyor. Bugün çoğu yazım

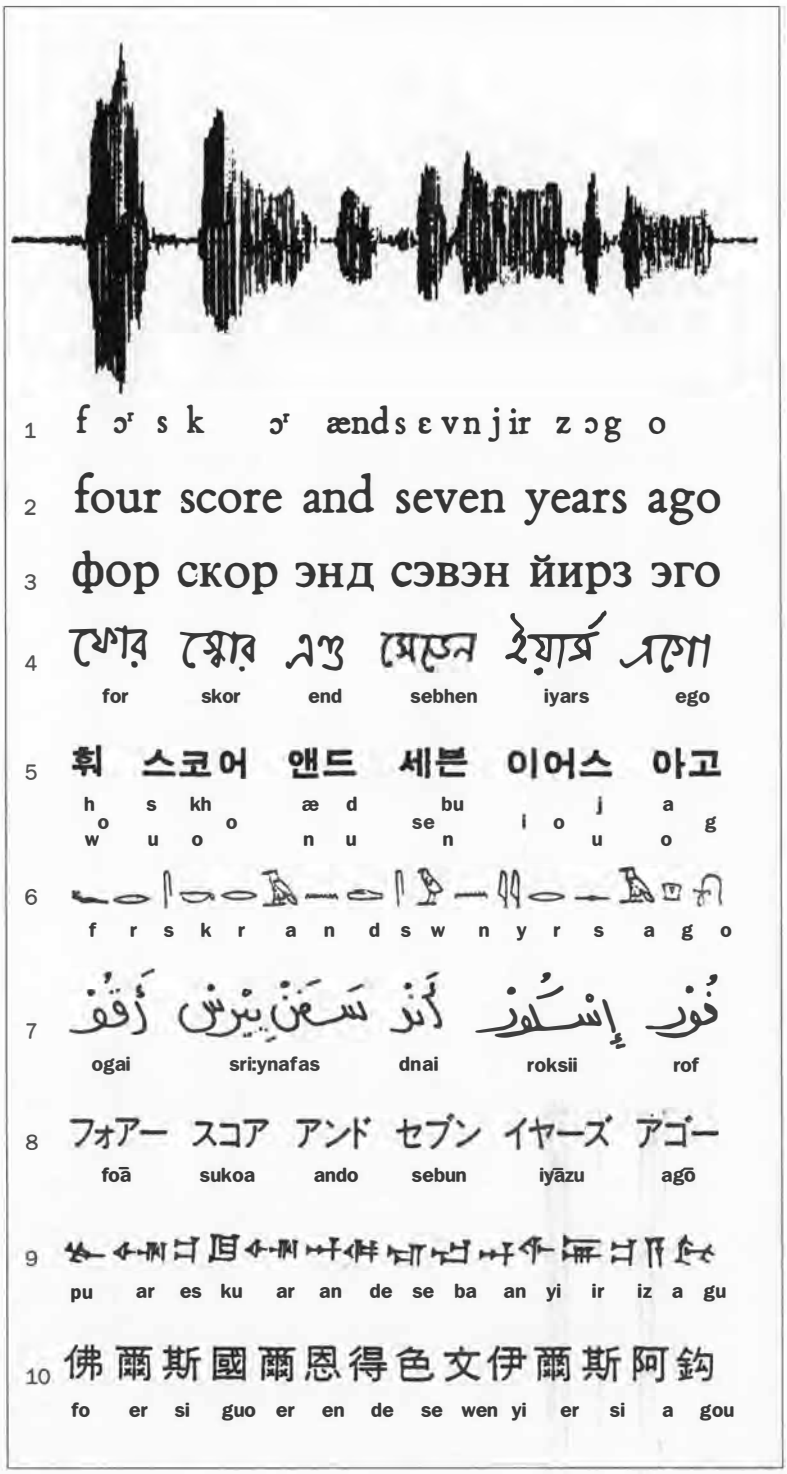

lə
mɛːtrə fɔnetik
ɔrgan
də l asɔsjaːsjɔ̃ fɔnetik tːternasjɔnal
vɛ̃tnœvjɛm anɛ. — zɑ̃ːvje-fevrie 1914

Aşağıda: **1914'te yayımlanan Fonetik dergi *Le Maitre Phonétique*'in kapak başlığı. Okuyucular tam fonetik yazımı fazla zorlayıcı bulduğu için 1970'ten sonra dergi standart yazıma geçti. Metin de şöyle: "Le Maître Phonétique, organ de l'association phonétique international, vingt-neuviéme année-janvier-février 1914" [Le Maître Phonétique Uluslararası fonetik birliği yayın organı, 29. yıl Ocak-Şubat 1914].**

Arka sayfa: **Ses, sembol ve yazı. (Abraham Lincoln'un Gettysburg Konuşması'nın açılış sözleri olan) "Dört yirmi ve yedi [yani 87 -y.n.] sene önce" yazısını yazmak için on ayrı yazı türü kullanılmış. En üstte konuşmacının akustik spektrogramı yer alıyor. 1'de yukarıdaki cümle, Uluslararası Fonetik Alfabe'ye dönüştürülmüş; 2'de İngilizce harfleme yapılmış; 3'te Rus alfabesine çevrilmiş, 4'te Bengali alfabetik versiyona, açıklamalı olarak dönüştürülmüş, 5'te Kore Hangul versiyonuna, 6'da Mısır hiyeroglif versiyonuna (Ptolemaik dönem), açıklamalı olarak dönüştürülmüş, 7'de sesli harfli Arapçaya, açıklamalı dönüştürülmüş, 8'de açıklamasıyla birlikte Japonca heceli versiyona dönüştürülmüş, 9'da heceli çivi yazısına, açıklamasıyla dönüştürülmüş ve 10'da Pinyin açıklamasıyla heceli Çin versiyonuna dönüştürülmüş.**

sisteminde yer alan kelimeler arasındaki beyaz boşluklar, normal konuşmada yoktur. Zihnimizde bu tür boşluklar olduğunu hayal etsek de yabancı dildeki bir konuşmayı dinlediğimizde, yanılgımız ortaya çıkar. Konuşma, frekansı, yüksekliği ve tonlaması sürekli değişen bir akıştır. Örneğin, "kedi" diyen birinin ses kaydını iki sesli iki de sessiz harfine (olabildiğince) ayrıştırabilsek ve sonra onları tersine çevirsek, duyacağımız şey "idek" değil, anlaşılmaz bir şey olurdu. Normal bir konuşmada kullandığımız sözcüklerin yarıdan fazlasını tek başlarına duyabilsek tanıyamazdık çünkü konuşma içinde son derece hızlı ve resmi söylenişlerinden farklı olarak kullanılırlar.

Konuşulan her dilin, tam anlamıyla sonsuz bir olası sesler aralığı içinden seçilmiş, kendine özgü bir ses gamı vardır. Dilin yazılı sistemi bu gamın bir kısmını temsil eder -fonetik orantılılık sisteme bağlı olarak değişiklik gösterir- ve geriye kalanın tahminini okuyucuya bırakır. Ses ve yazım arasındaki ayrılık, en çok yabancı sözcük ve isimlerde görülür. Sağdaki on yazı türünden her biri sözcükleri farklı biçimde ve farklı doğruluk derecesiyle dönüştürme işlevini yerine getirir. 1888'de geliştirilen, en üstteki (1) Uluslararası Fonetik Alfabe'nin (IPA) doğruluk derecesi bugün öyle yüksek ki (Bell'in işaret sisteminin yapmaya çalıştığı gibi) konuşmacının aksanını bile temsil eder. Bu örnekte konuşmacı Çin kökenli Amerikalı olmak yerine, İngiliz veya Fransız olsaydı, IPA karşılığı farklı olurdu. Ne var ki IPA'nın fonetik doğruluk derecesindeki kazancı, okunabilirlikten yoksunluğuna denktir. Tüm yazım türleri söyleniştekı doğruluk ile zihinsel anlaşılabilirlik arasında bir uyum sağlamalıdır.



Şiirin Vezni ve Vezin Analizi

A little learning is a dang'rous thing;
Drink deep, or taste not the Pierian spring:
There shallow draughts intoxicate the brain,
And drinking largely sobers us again.
(Biraz öğrenmek tehlikeli bir şeydir;
Derin derin iç ya da tatma Pieria pınarını:
Üç sığ yudum beyni sarhoş ediverir,
Ve doyasıya içmek tekrar ayıltır bizi.)

Alexander Pope'un sözleri ("An Essay on Criticism", 1709) hem gerçeklikleri hem de vezni yüzünden hâlâ akıllarda. Pope'un kullandığı vezin, zamanında hayli popüler olan "iambic pentameter", yani beşli ölçüdür. Her mısra 5 "hece grubu"ndan (İngilizcede ayak anlamına da gelen "*feet*"ten) oluşur. İngilizcedeki "*pentameter*" sözü de buradan gelir. (*Foot-Feet*'in tekili) hece grubu veznin temel birimidir ve 2 veya daha fazla heceyi içerir. Pope'un hece grubunda 2 hece yer alıyor ve her mısra 10 heceden oluşuyor. Ayrıca, hecelerin de ritmi var: Birincisi kısa/vurgusuz, ikincisi uzun/vurgulu. Bu form İngiliz şiirinde sıkça rastlanan "*iamb*" formudur. Böylece vurgular "little/küçük", "learning/öğrenme" ve "dang'rous/tehlikeli"nin ilk hecelerinde ve "is" ile "thing/şey" üzerindedir.

Balad, limerick ve sonede, ayrıca İngilizce olmayan haiku, rondeau ve terza rima'da (Dante'nin *İlahi Komedya*'da kullandığı form) olduğu gibi, formlar şiirin tümüne uygulanabilir. Örneğin, Elizabethyen veya Shakespeareyen sonede 14 mısra vardır: Üç dörtlü ve bir çift mısra. Kafiyesi ise şöyledir: a b a b c d c d e f e f g g.

Kimi klasik şiirler vezin kurallarından paçayı sıyırırlar ama yine de kulağa ölçülü gibi gelirler. Örneğin, Lewis Carroll'un Through the Looking Glass [Aynanın İçinden] kitabında yer alan anlamsız muhteşem şiiri "Jabberwocky" [Gıllıgış] de ilk dörtlük şöyledir:

'Twas brillig, and the slithy toves
Did gyre and gimble in the wabe;
All mimsy were the borogoves,
*And the mome raths outgrabe.**

Her bir kıtanın birinci, ikinci ve üçüncü mısraları beşli ölçüye, dördüncü mısrası ise *anapaestic* ölçüye göre yazılmış gibi görünür. Ama emin olmak ne mümkün! Çünkü sözcükler kulağa anlamlıymış gib gelse de, sözlükte yer almazlar. Humpty Dumpty'nin aklı karışan Alis'e açıkladığı gibi: " '*Tove*'lar porsuk gibi bir şeydir, kertenkele gibi bir şeydir ve tirbüşon gibi bir şeydir." Ve: " '*Gyre*' de jiroskop gibi fır fır dönmektir. '*Gimble*' ise matkap gibi delikler açmaktır." Aklınız hâlâ mı karışık? O zaman aşağıdaki fır fır dönen ve matkap gibi delikler açan '*tove*'lerin kitaptaki resimlemesine bakabilirsiniz.

*Bu dörtlüğü Tomris Uyar şöyle çevirmiş (*Aynanın İçinden*, İstanbul: Can Yayınları, 2001):
Pişindiydi, kayrak tirsukeleler
Dönenip delgilendiler otgelde:
Mızlıydılar tarazlı gubibikler,
Donguzlarsa nezgilendi.
Anlamsız kelimelerle ilgili daha fazla bilgi için sözkonusu kitapta bu dörtlükten sonraki açıklamalara bakınız.

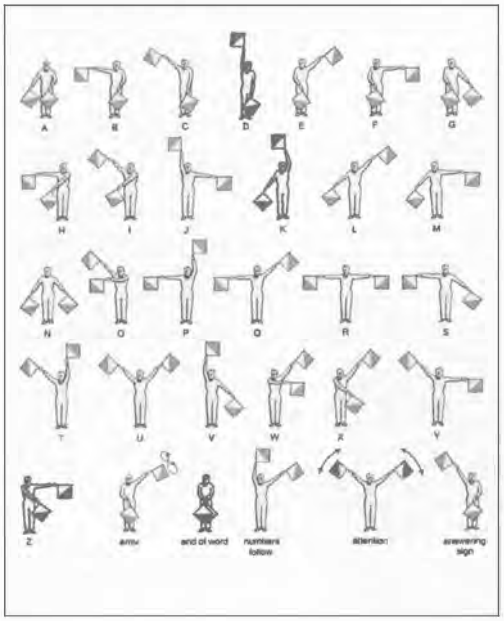


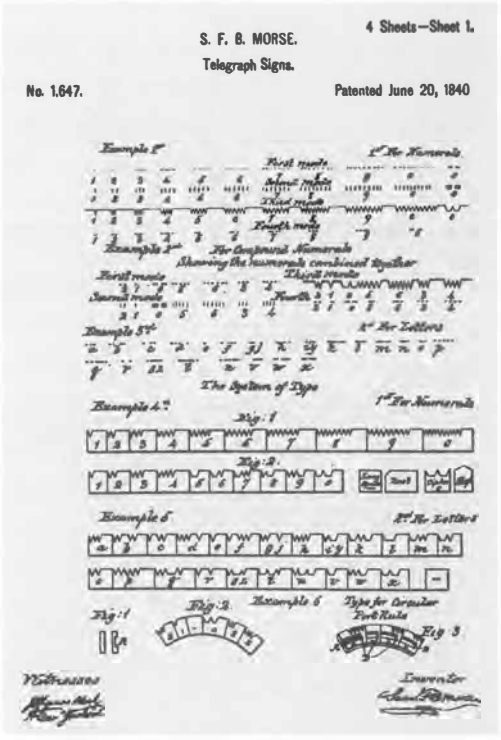


Yukarıda: **Dante Alighieri (1265-1321). Dante'nin İtalyanca yazılmış epik şiiri *İlahi Komedya*'da iambic pentameter/beşli hece ölçüsü ve *terza rima* ("üçüncü uyak"ın İtalyancası) kullanılır. Bu vezin biçimi *tercet* diye bilinen üç mısralık kıtalardan oluşur. Üçlü kıtanın birinci ve üçüncü mısrası birbiriyle kafiyelidir, ikinci mısra ise bir sonraki kıtanın birinci ve üçüncü mısraları ile kafiyelidir. Buna göre *terza rima*'nın kafiye şeması şöyledir: a b a, b c b, c d c, ... y z y, z. Bu, kafiye konusunda İtalyancadan daha az zengin olan diller için oldukça zorlu bir şemadır. Ne var ki, zaman zaman Percy Bysshe Shelley ve W. H. Auden gibi İngilizce dilinde yazan yazarlar tarafından kullanılmıştır.**

Semafor ve Mors Alfabesi

Roma İmparatorluğu'nda ışıkla uyarı göndermeye yarayan bir kule sistemi -3000'den fazla- vardı. Ama uzun mesafeler için hızlı bir şifre sisteminin geliştirilmesi ancak Fransız Devrimi döneminde gerçekleşti. Claude Chappe'ın "havai telgraf"ı 1794'te Paris-Lille arasında işlemeye başladı. 8 ila 16 kilometrelik mesafelerle kulelerin tepesine kurulu bir direk üstüne yerleştirilen bir dizi mekanik kol, isimler de dahil bir mesajın tüm sözcüklerini, önceden belirli çeşitli pozisyonlarına göre şifreleyebiliyordu. Bu sistemin adı semafordu (Yunancada "sinyal taşıma" anlamına gelen sözcükten türer). Sözkonusu pozisyonlar bir sonraki kuleden teleskoplarla izleniyordu. Kulağa kullanışsız gibi gelse de, hava açık olduğu zamanlarda bir sinyal Lille'e kadar 16 istasyonu ve 225 kilometrelik mesafeyi 2 dakika içinde kat edebiliyor, ardından da 116 istasyonu aşarak, Akdeniz'deki Toulon'a 20 dakikada ulaşabiliyordu. Düzeltmeler yapıldıktan sonra Chappe'ın şifre sistemi, semaforun olası 196 pozisyonundan 92'sini kullanır hale geldi.





Aynı dönemde, ama bağımsız olarak, denizcilik şifre sistemi de geliştirildi. Buna göre küçük bayraklar taşıyan bir denizci, mesajları semafor alfabesine göre sallıyor, başka bir gemideki gözlemci de bunları teleskopuyla izliyordu. Chappe'ın daha karmaşık sistemine kıyasla bu sistemde temel bayrak pozisyonları, alfabetik harfleri ve sayıları temsil ediyordu.

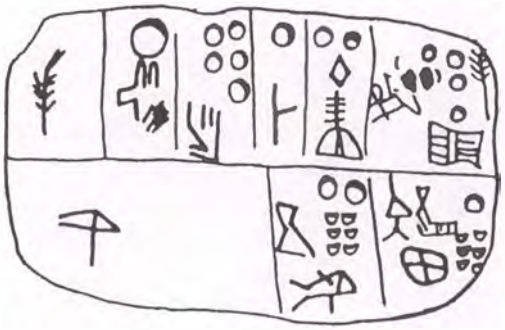
Elektromanyetik telgraf, karada semaforun yerini hızla aldı. Telgraf mesajları göndermeye yarayan Mors alfabesi ise 1840'larda, Samuel Morse tarafından icat edildi. Buna göre çeşitli uzunluklarda elektrik sinyali göndermek için operatör bir tuşa basarak, sayı ve rakamları temsil eden bir dizi nokta-kısa çizgi kombinasyonu üretiyordu. Mors alfabesiyle, belli bir süre içinde herhangi bir şifreleme sistemine kıyasla dörtte bir kadar fazla mesaj gönderilebiliyordu.

Solda: **Uluslararası Mors Alfabesi'nin temel yapısı. Bir kısa çizginin süresi 3 noktanın süresine eşittir. Bu aynı zamanda operatörün her harf veya sembol arasında vermesi gereken boşluğun da süresidir. Kelimeler arasında ise 5 veya 6 noktalık boşluk bırakılır. Bu şifreyi geliştirirken Morse'un temel önceliği, en kısa nokta-kısa çizgi kombinasyonlarının en sık kullanılan İngilizce harfleri temsil etmesiydi. Morse sık kullanılan harfleri bir Philadelphia gazetesindeki harf baskı kutusunu inceleyerek keşfetmişti. Kutuda 12,000 *e*, 9000 *t*, her biri 8000 *a*, *o*, *n*, *i*, *s* vb. yer alıyordu. Dolayısıyla e'nin şifresi yalnızca "nokta" idi, t'ninki ise yalnızca "kısa çizgi" idi. Mors alfabesinin kullanışlılığının gerisinde yatan da budur. Günümüzde Uluslararası Mors Alfabesi, özellikle telsiz operatörlerini ilgilendirir. Telsiz operatörlerinin orijinal mesajı çizgi-nokta-çizgi-nokta, çizgi-çizgi-nokta-çizgi'dir ve söylenişi "dahdidahdit, dahdahdidah"dır. Bu mesaj CQ anlamına gelir, yani "Dinleyen kimse var mı?"**

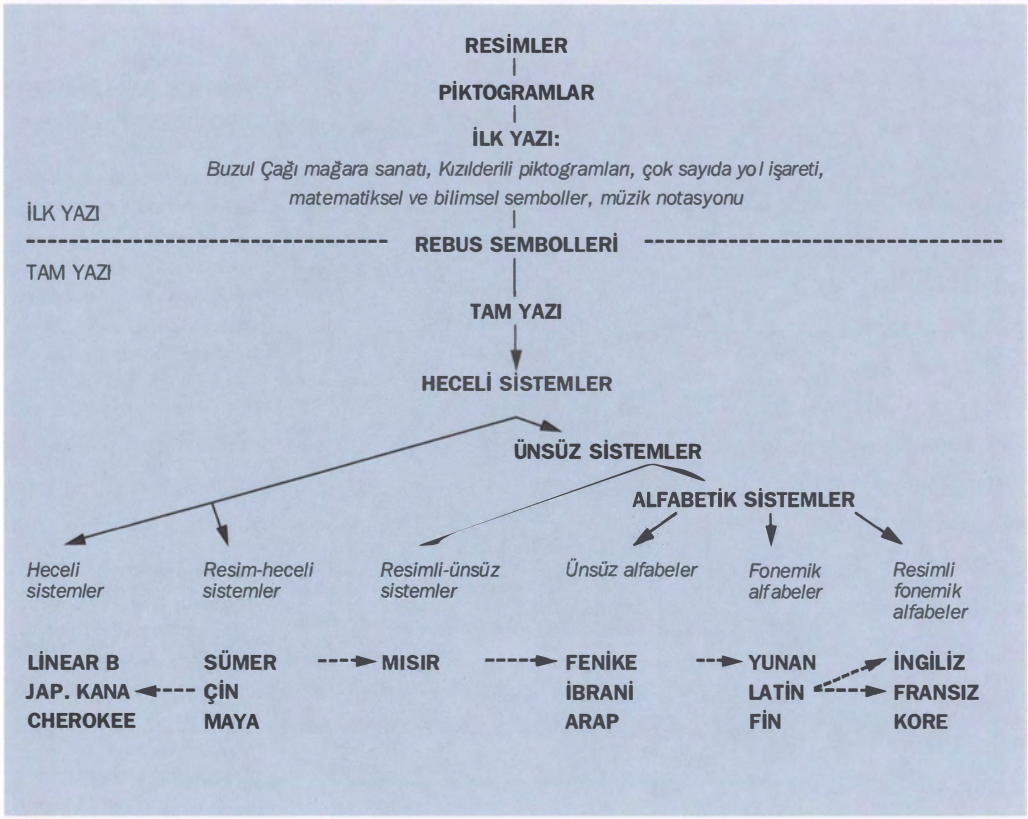
Sol altta: **Semafor bayrak sinyalleri. Sayıları semaforla gönderebilmek için, sinyalcinin "sırada sayı var" işaretini vermesi ve ardından alfabenin harflerini, 1-9 rakamlarının yerine kullanması gerekir. Örneğin, A=1, B=2, C=3; J işareti ise O'a karşılık gelir.**

Yazı Sistemleri

Buzul Çağı mağara sanatı veya bugün müzik ve matematikte kullanılan işaretler gibi saf piktografik yazım, herhangi bir düşünceyi veya tüm düşünceleri aktaramaz. (Dillerin seslerini temsil eden) tam yazım *rebus* ilkesiyle gelişti. Latincede "şeyler aracılığıyla" anlamına gelen bu radikal fikir, fonetik (sessel) değerlerin, piktografik (resim-yazısal) sembollerle temsilini sağlar. Söz gelimi, İngilizcede bir arı (bee) ile bir tepsi (tray) resmi yanyana geldiğinde "betray" (ihanet) sözcüğünü oluşur. Bir arı (bee) resmi ile 4 (four) işareti yanyana geldiğinde ise "before" (önce) sözü oluşur. Öte yandan, vızıldayan bir arı kovanının (honey/bal) yanında yer alan bir karınca (ant) resmi, hemen akla gelmese de, "Anthony"i temsil edebilir. Mısır hiyerogliflerı *rebus*'larla doludur. Örneğin, "güneş" işareti olan



ve *R(a)* veya *R(e)* diye telaffuz edilen ⊙ işareti, firavun Ramses'in hiyeroglif yazımındaki ilk semboldür. İlk Sümer hesap kayıt tabletlerinde (yukarıda) "geri ödeme" sözcüğünün "kamış" ile temsil edildiğini görürüz çünkü Sümer dilinde "geri ödeme" ile "kamış" sözcükleri aynı *gi* fonetik değerini paylaşır.



Solda: **Bir Sümer *rebus*'u, MÖ 3000 civarı.**

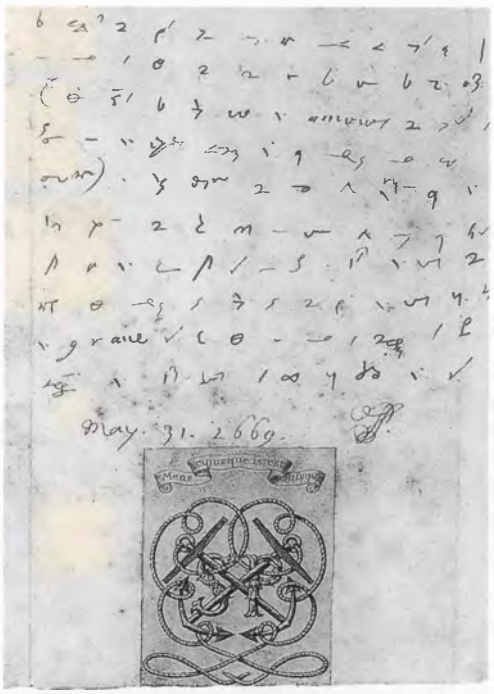
Sol altta: **Yazı sistemlerinin ölçümü. Bu soyağacı yazı sistemlerini yaşlarına değil, yapılarına göre ayrıştırıyor, belli bir yazı sisteminin tarihsel olarak bir diğerine nasıl dönüşmüş olabileceğini göstermiyor. (Kesik çizgiler bir sistemin diğeri üzerindeki olası etkisine işaret ediyor.) Yazı sistemlerinin en iyi ne şekilde sınıflanabileceği sorusu, tartışmalı bir soru. Örneğin, kimi akademisyenler, Fenike yazı sistemi (bugünün Arapça yazımı gibi) yalnızca ünsüzleri belirttiği, ünlüleri belirtmediği için, Yunan alfabesinden önceki alfabelerin varlığını inkâr ederler. Sınıflandırma sorununun temelinde "saf" yazı sistemi diye bir şeyin, yani anlamı tamamen alfabetik harflerle veya tamamen hecesel işaretlerle ya da tamamen logogramlarla (kelime ifade eden işaretler) dile getiren bir sistemin olmayışı yatar. Çünkü tüm tam yazım sistemleri fonetik (sessel) ve semantik (anlamsal) sembollerin bir karışımıdır. Yine de sınıflandırmalar, farklı sistemlerin etkin yapısını bizlere anımsatmaları açısından önemlidir.**

Steno

Steno ilk kez Socrates'in anılarını yazmak amacıyla Ksenofon tarafından kullanıldı. O günden bu yana ise yüzlerce sistem geliştirildi. Bunların bazıları bilinen yazımların kısaltmalarını kullandı, bazısı konuşma seslerini temsil etti, kimisi de gelişigüzel bir dizi sembolün öğrenilmesini gerekli kıldı. Kimi sistemler ise bu farklı ilkeleri biraraya getirdi.

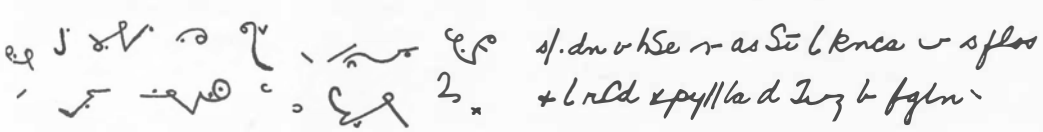
Sözkonusu sistemler içinde en iyi bilineni 19. yüzyılda Isaac Pitman tarafından icat edildi. Sistemin temel ilkesi fonetiğe dayanıyordu ki, bu da onu İngilizce dışındaki yazım dillerine uygulamada nispeten kolay hale getiriyordu. Sistemde 25 tek ünsüz, 24 çift ünsüz ve 16 ünlü ses yer alır. Ama her ne kadar bir kelimenin satırın üstü veya altına yerleştirilmesiyle ifade edilseler de ünlülerin çoğu elenmiştir. İşaretler, düz çizgiler, kıvrımlar, noktalar ve kısa çizgilerin yanısıra, yerleştirme ve gölgelemedeki kontrastların da bir karışımından ibarettir. Bu işaretler ses sistemiyle ilintilidir. Örneğin, (p gibi) tüm süreksiz ünsüzler için düz çizgiler kullanılır. Çizginin kalınlığı bir sesin titreşimsiz mi titreşimli mi olduğunu belirtir.

Samuel Pepys'in ünlü güncesini yazmakta kullandığı steno bundan çok daha az karmaşıktı. Thomas Shelton tarafından 1620'lerde icat edilen bu sistem, bazı açılardan Babil çivi yazısı gibi antik yazı sistemlerini andırıyordu. İşaretlerin çoğu sadece harflerin indirgenmiş biçiminden ve sözcüklerin kısaltmasından ibaret olsa da, sistemde yaklaşık 300 adet icat edilmiş sembol vardı. Bunların çoğu gelişigüzel logogramlardı. Örneğin, İngilizcedeki "*to*" (-e, -a) için 2, "*two*" (iki) için daha büyük bir 2, "*because*" (çünkü) için 5 ve "*us*" (bize, bizi) için 6. (Bu sembollerin birkaçı, büyük olasılıkla gizliliği korumak için "boş"tu.) Başta yer alan ünlüler sembollerle belirtiliyor, ortada yer alan ünlüler ünlüyü takip eden ünsüzü, önceki ünsüzlerin üstü, altı veya yanında olmak üzere beş pozisyondan birine yerleştirerek belirtiliyor, sonda gelen ünlüler ise yine benzeri şekilde yerleştirilmiş noktalarla gösteriliyordu. Sistem genel itibarıyla yarı-fonetikti. Dezavantajlarına karşın bu sistem zamanında vaaz ve konuşmaların kaydedilmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdi ve dakikada 100 kadar sözcük not edilebiliyordu.





Günlük yazarı, Samuel Pepys (1633-1703). Sol altta Pepys'in ünlü güncesinin son sayfası görülüyor. Pepys bu günceye 1669'da, kör olmak üzere olduğunu (yanlışlıkla) düşündüğü sırada son verdi: "Bunu artık yapamıyorum, öyle uzun zamandır yapmaktayım ki artık ne zaman elime kalemi alsam, gözlerim mahvoluyor... Bu nedenle de bu yola başvuruyorum ki, aslında bu benim için mezara girmekten farksız. Yüce Tanrı beni bu karara, ve körlüğüme eşlik edecek tüm zorluklara hazırlasın!"



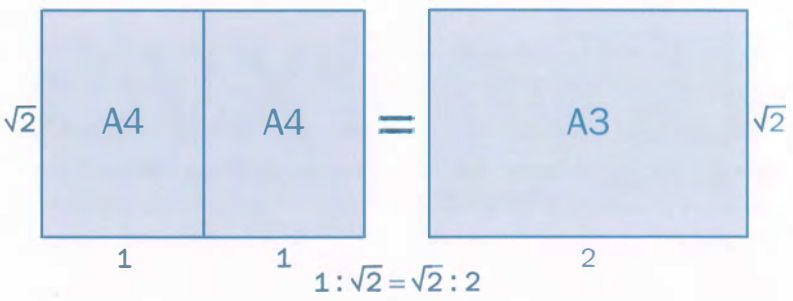
Sol altta: **Pitman'ın stenosu. Sağ altta: Hızlı yazım. "Tarihin başlangıcından bu yana insan akranlarıyla iletişim kurmaya ve normalde unutulacak olan deneyimlerini kayda geçirmeye çabalamıştır."**

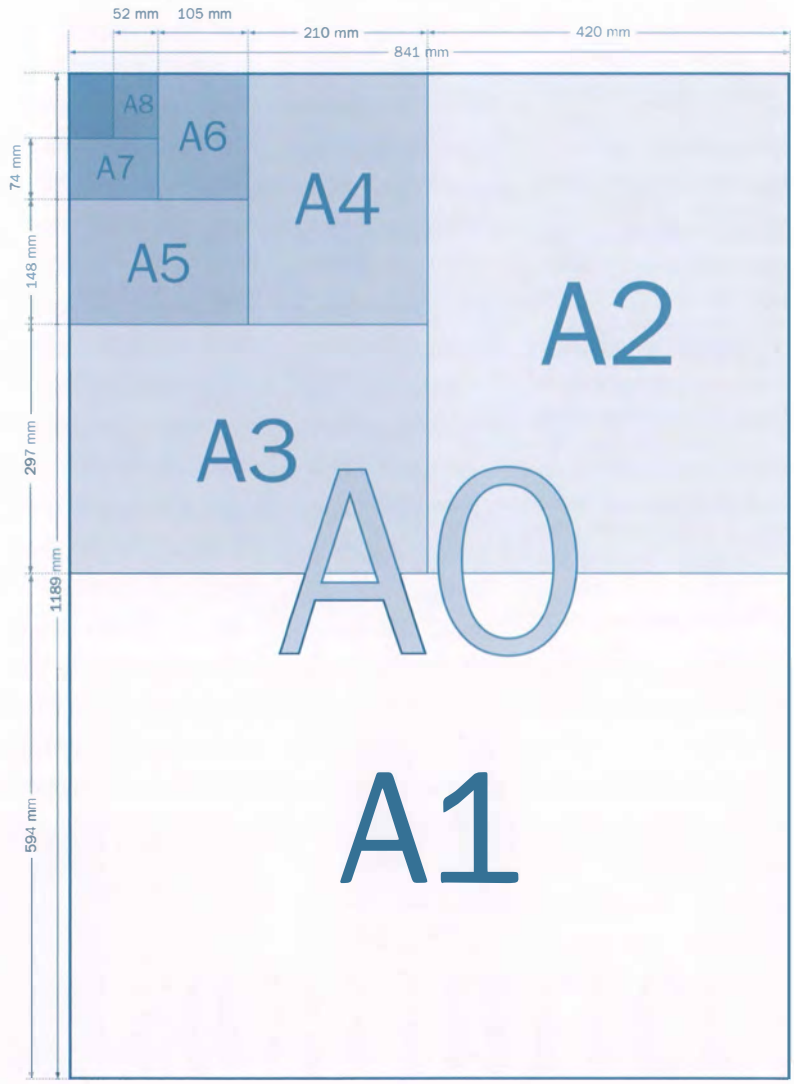
Kağıt ve Kitap Ebatları

Çin'de icat edilişinden bu yana kağıt çok değişik ebatlarda ortaya çıktı. Bunların çoğu, 1922 yılında Almanya'da, Walter Porstmann'ın devreye soktuğu ve bugün ABD ve Kanada hariç tüm ülkelerde standartlaşan metrik kağıt ölçülerinden bu yana kullanım dışı kaldı. Standart kağıt ebatları 3 seriye ayrılır: A, B ve C. Bunlar içinde, teknik çizimler ve posterlerde (A0, A1), kağıtlı yazı tahtalarında (A1, A2), çizimler, şemalar, büyük tablolar ve çoğu fotokopi makinesinde (A4), bloknotlarda (A5), kartpostallarda (A6), hatta oyun kartlarındaki (A8) kullanımı dolayısıyla, en iyi bilineni ise A'dır.

A'nın avantajı, bir A3 sayfası katlanarak A4 sayfaları elde edildiğinde veya bir A4 sayfası katlanarak A5 sayfaları elde edildiğinde net bir şekilde ortaya çıkar (bkz. şemalar). Katlama oranının kullanışlılığı, tam 1 metrekare alanı olan A0'ın kenarlarının, her A sayfası gibi, 2:1 ile orantılı olmasından kaynaklanır. Buna Lichtenberg oranı denir ve adını, 1768'de sözkonusu oranın kağıt ölçülerine uygulanabilirliğini ortaya koyan matematikçiden alır (kökeni çok daha eskilere giden altın oranla karıştırılmamalı).

Kitap ebatları da, tıpkı kağıt ebatları gibi büyük çeşitlilik gösterse de en yaygın olanı, el yapımı bir kağıt sayfasından yola çıkarak hazırlanan 19 x 25 inç ebadıdır. Buna göre basılı bir kağıt ikiye katlandığında bir folyo kitabını (2 yaprak, 4 sayfa), iki kez katlandığında kuarto kitabı (4 yaprak, 8 sayfa), üç kez katlandığında oktavo kitabı (8 yaprak, 15 sayfa) vb. meydana getirir. Böylece kırpma işlemi haricinde hiç kağıt ziyan edilmemiş olur. Bu ebat isimleri halen kullanılsa da, orijinal sayfa ebadı belirtilmedikçe, kitabın gerçek boyutlarını ifade etmez.





Kitap ve Kütüphane Sınıflandırma Sistemleri

Bilgi genişleyip çatallandıkça, onun baskı dünyasındaki sınıflandırılması da sürekli değişim geçirmek zorunda kalır. Şahsi bir kütüphanenin bile, yeni basım alanlarını ve sahibinin değişen entelektüel ilgi alanlarını yansıtacak biçimde, belli aralıklarla yeniden düzenlenmesi gerekir.

MÖ 3. yüzyılda İskenderiye'de derlenen ilk kataloglardan biri, *Pinakes* (Yunancada "ortası balmumlu tablet") diye bilinirdi. Katalogda yer alan maddeler on ve belki de daha fazla sayıda ana sınıfa ayrılmış, bunlar da yazar tarafından alt sınıflara bölünmüştü. Bu sistem Ortadoğu ve Bizans İmparatorluğu'nda Ortaçağ başlarına dek örnek kabul edildi. Ancak, Ortaçağ Avrupa'sının üniversite kütüphanelerinde kitaplar geleneksel çalışma alanlarına yani *trivium*'a (gramer, retorik ve mantık) ve *quadrivium*'a (aritmetik, geometri, astronomi ve müzik) göre düzenleniyordu. Tüm kitapların sabit bir yeri vardı, diğer bir deyişle kütüphane görevlisi onları bir raftan diğerine aktaramazdı. Günümüzün göreli kitap yerleşimine alışkın kütüphane görevlileri için bu oldukça tuhaf bir yaklaşım.

Bugün çoğu dünyanın en büyük kütüphaneleriyle ilişkilendirilen çok sayıda kütüphane sınıflandırma sistemi mevcut ama içlerinde en çok kullanılanı Dewey Onlu Sınıflandırma Sistemi'dir (DDC). Sistem 1876'da, ABD'de Melvil Dewey tarafından geliştirildi ve o günden bu yana da sık sık güncellendi. DDC temelde *hiyerarşik* ve *saymalı* (*enumerative*) bir sistemdir. Hiyerarşiktir çünkü konuları "doğal" altsınıflara ayırır. Konular öncelikle, söz gelimi, edebiyat gibi 10 temel sınıfa, ardından da her sınıf, İngiliz ve Eski İngiliz Edebiyatı gibi 10 bölüme ayrılır. Daha sonra her bir bölüm, İngiliz Kurmaca Yazını gibi 10 altbölüme ayrılır. Saymalı bir sistemdir çünkü DDC tüm bu kategorilere ondalık sayılar atar. Bu örnekte, sınıf 8, bölüm 82, altbölüm 823. DDC'nin 1000 altbölümü 000 (Bilgisayar Bilimi: Genellemeler: Bilgi) ile 999 (Coğrafya ve Tarih: Diğer Alanların Genel Tarihi: Yerküre Dışı Dünyalar) arasında numaralanmıştır.

Dewey sisteminin başlıca alternatifi, internet dünyasının gelişimiyle birlikte popülaritesi gitgide artan *fasetli* sınıflandırmadır. Bu sınıflamada, sınıflayıcının bir ayrımın raf konumunu belirtmesi gerekmez. Wyanar'ın *Introduction to Cataloging and Classification*'ına [Kataloglama ve Sınıflandırmaya Giriş] göre fasetli sınıflama "Konulara sıralı olarak sabit yerler atamak yerine, bir sınıf veya belli bir konunun, net tanımlı, karşılıklı münhasır ve tam kapsamlı yönlerini, niteliklerini veya özelliklerini kullanır."

(İlk olarak 1930'larda, S. R. Ranganathan tarafından kullanılan) Colon sınıflandırma sisteminde ise ana konunun beş yönü şöyledir: "Kişilik" (odaklı veya en spesifik konu), "madde, "enerji" (herhangi bir aktivite operasyonu veya süreci), "uzay" ve "zaman." Bu durumda 1971 basımlı, Japonya'daki pirinç bitkilerinde görülen virüsün yok edilmesi konulu bir kitap (belirli noktalamalar kullanılarak) şöyle sınıflandırılır: J, 381; 4 : 5 . 42 ' N70 ve aşağıdaki gibi fasetlenir.

J	Tarım	(ana konu)
381	Pirinç bitkisi	(kişilik)
4	Virüs hastalığı	(madde)
5	Yok etme	(enerji)
42	Japonya	(uzay)
N70	1970'ler	(zaman)



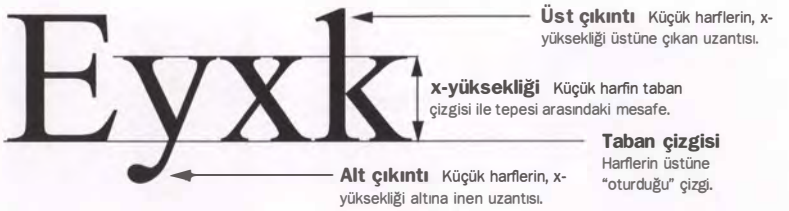
Uluslararası Standart Kitap Numarası (ISBN). 1969'da kullanıma giren ISBN, bugün artık baskısı piyasada mevcut olsun olmasın, bir kitabı tüm zamanlar için tanımlayan, makineyle okunabilir bir şifre olarak standartlaşmıştır. 2007'ye kadar ISBN'ler 10 basamaklıydı (ISBN-10), şimdi ise 13 basamaklı (ISBN-13). Başta yer alan 978 sayısı, ISBN numarasının bir kitabı ifade ettiğini belirtir. Diğer 10 basamak -kontrol basamağı- ISBN'in doğru olarak atandığını kontrol etmenin akıllıca bir yolunu sunar. Örneğin, yukarıdaki ISBN-10'u ele alalım: 1 85168 494 8. İlk 9 basamağı alıp, onları 1-9 arasındaki rakamlarla çarpın: *1* x 1 = 1; *8* x 2 = 16, 5 x 3 = 15, vb. Ardından çıkan 9 ayrı sonucu birbirine ekleyin (bu durumda toplam 250 olur) ve elde edilen sayıyı 11'e bölün, kalan sayı 8'dir. Eğer kalan sayı, 10. basamaktaki sayıyla aynı ise -ki burada 8- ISBN numarası doğrudur. (Kalan sayı 10 olursa, kontrol basamağı X'dir.) Buradaki ISBN-13, 9 781851 684946, aslında ISBN-10 ile aynıdır, tek fark ilk baştaki 978 sayısı ile burada 6 olan kontrol basamağının, ISBN-10'a kıyasla biraz daha karmaşık ve farklı hesaplanmasıdır.

Tipografya

Gutenberg 1450'lerde hareketli metal basma harflerle baskıyı icat edip, İncil'ini bu yöntemle bastığında, siyah harf yazı tipini kullanmıştı. Old English (Eski İngilizce) veya Gothic (Gotik) diye bilinen bu yazı tipi, kalın çizgili yazı biçimini temel alıyordu. Siyah harf Almanya'da standart yazı tipi haline geldi. Ama 20. yüzyıl süresince, özellikle de Nazi rejimi altında, siyah harf büyük tartışmalara yol açtı: Adolf Hitler'in vatansever bir duygu uyandırdığını düşünerek desteklediği bu yazı tipi, Hitler'in propaganda bakanı Joseph Goebbels'e hitap etmiyordu. Goebbels 1936 Berlin Olimpiyatları'nın tanıtım broşürlerinde roma ve sans-serif yazı tiplerini kullanmıştı. Ardından, 1941'in başında Hitler u-dönüşü yaparak, siyah harfi Yahudi icadı olması mazeretiyle yasakladı ve standardın roma tipi olması gerektiğini ilan etti.

Roma yazı tipinin kökeni elbette antik Roma-





lıların, MS 1. yüzyılda kullandıkları büyük harf yazı tiplerine dayanır. Küçük harfli roma harfleri, Şarlman'ın 8. yüzyılda kullanımını zorunlu kıldığı *Carolingian minuscules* adlı standart yazı tipinin belli bir versiyonu üstüne yapılandırılmıştı. Bu yazı tipi, siyah harf, sans-serif ve roma dışında, batının dördüncü yazı tipinin de doğuşuna neden oldu: İtalik. İspanya ve İtalya'daki arşiv yazmanları roma yazısını hızlı yazdıklarında ortaya italik çıktı.

16. yüzyıldan itibaren, tipograflar roma ve italik, daha sonraları sans-serif formatında yeni fontlar oluşturdular. Kimi tipograflar halen kullanımda olan yazı tiplerine isimlerini verdiler. Örneğin, Calude Garamond, William Caslon, Giambattisya Bodoni, John Baskerville ve Eric Gill. Bugün, kişisel bilgisayarlar sayesinde herkes yazı tipi tasarlama konusunda kendisini deneyebilir. Bunun için yazı tipinin dört belirleyici özelliğiyle oynamak mümkündür: Ebat, x-yüksekliği (bkz. şema), ayarı (genişlik) ve aralığı (harf kombinasyonları arasındaki boşluk). Yazı tipinde sonsuz sayıdaki olası permütasyon karşımıza çıktığı her yerde hem göz zevkimizi okşar hem de dikkatimizi çeker.

Yukarıda: **Sıkça kullanılan yazı tipi Times New Roman, ilk olarak 1932'de *The Times* gazetesi için Stanley Morison tarafından tasarlandı. Morison kendisine ait tek yazı tipi tasarımı için şöyle demişti: "Belli biri tarafından tasarlanmış izlenimi uyandırmamak gibi bir avantajı var." Burada font büyüklüğü 72 punto ki, bu da büyük harflerin yüksekliğine ve aşağı yukarı küçük harf üst çıkıntısının tepesinden, alt çıkıntının altına kadar olan mesafeye eşit (bu ilişki farklı harfler ve farklı yazı tiplerine göre çeşitlilik gösterir). Bir inçte (2.54 cm) 72 punto yer alır. İngiltere ve ABD'de, punto 0.351 mm, Avrupa'da ise 0.376 mm'dir. Satır arası (yazı tipleri satırlarının arasındaki boşluk) da puntoyla ölçülür.**

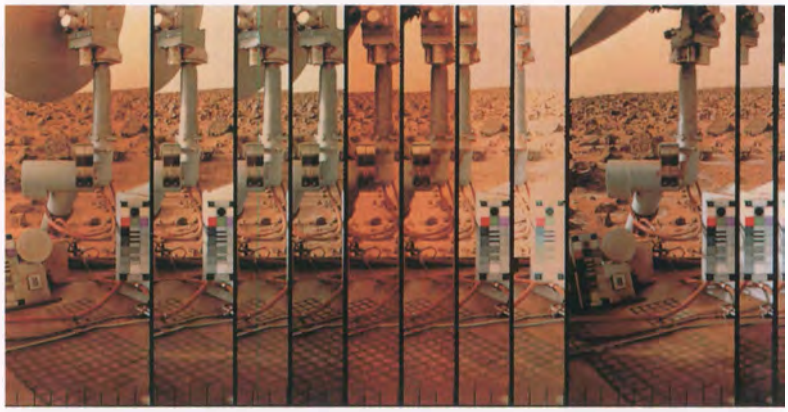
Solda ve aşağıda: **Siyah harf, Gutenberg İncili'nde kullanılan yazı tipi.**

Frankfurter

Fotoğrafçılık

(Metal plakalar kullanan) Louis Daguerre ve (kağıt kullanan) Henry Talbot tarafından 1830'lardaki icadından bu yana fotoğrafçılık, bilim ile sanatı ister istemez birleştirdi. Fotoğrafçılığın öncülerinden biri olan John Herschel, bu ismi hem Yunancada "resim ve ışık" anlamına gelen iki sözcükten, hem de negatif ve pozitif ile şipşak terimlerinden yararlanarak oluşturdu. Ancak, Herschel temelde bir gökbilimci ve fizikçiydi ve (yakın dostu Julia Margaret Cameron'un sanatsal fotoğrafçılığını teşvik etse de) fotoğrafçılığı sanattan çok bilim olarak görüyordu. *The Oxford Companion to the Photography* şu itirafta bulunuyor; "Herschel resmin uzun düşünceye dayalı gözlemini, fotoğrafçılığın şipşağına tercih ediyordu." Fotoğraf sanatının en büyük sanatçılarından biri olan Henri Cartier-Bresson da, Herschel'inkine yakın bir görüşü benimsemişti. Cartier-Bresson altmışlı yaşlarında fotoğrafçılığı terk ederek, kendisini tamamen resme ve çizime verdi. Paris'teki dairesinin duvarlarına hiç fotoğraf asmadı.

Ölçüm, fotoğrafçılığın ayrılmaz unsurlarından biridir. Fotoğraf makinesi lenslerinin odak uzaklığı -telefoto, makro, geniş açı ve zum- cisimlerin net olarak görülebileceği mesafeyi ve görüş alanını belirler. Diyafram, lensten içeri giren ışığın miktarını, dolayısıyla görüş alanını, yani görüntünün keskin olduğu aralığı kontrol eder. Örtücü (obtüratör) film emülsiyonunun veya dijital makinelerde yük-bağlaşık aygıtın pozlama süresini belirler. Diğer önemli ölçümler ise kayıt hassasiyetiyle, film hızı, (lens, film, agrandizör ve kağıt için) kontrast gibi görüntü kalitesiyle, yoğunlukla ve kavrama gücü ile ilgilidir.



Bilimsel bir sanat. Uzay ajansı Nasa'nın bir görevlisi tarafından 1976'da çekilen, Mars yüzeyine ve Viking uzay aracına ait çoklu fotoğraflar.

Günümüz fotoğraf makineleri, amatörlerin çeşitli ayarlar konusundaki kaygısını ortadan kaldırdı ama profesyonellerin yine de bunları bilmeleri gerekiyor.

1990 civarında piyasaya çıkan dijital fotoğraf makineleri ise, çok sayıda sıradan fotoğrafçı için filmli makinelerin yerini aldı. Ne var ki bu değişim profesyoneller açısından kesin bir sonuç değil. En kaliteli dijital görüntülerin çözünürlüğü, 35 mm film görüntülerinin (yaklaşık 12 megapiksel) çözünürlüğüne aşağı yukarı denktir. Ayrıca dijital makinelerle fotoğraf oluşturmak, basmak ve saklamak tartışmasız derecede daha kolaydır. Ancak, orta-format ve geniş filmlerin çözünürlüğü hâlâ dijital fotoğraflara kıyasla çok daha iyidir. Üstelik dijital fotoğraf makinelerinde meydana gelen parazitlenme de onları uzun pozlamalar için kullanışsız hale getirir; film ise bu sorundan etkilenmez. Son olarak film ve tab edilen fotoğraflar ideal koşullar altında saklandıkları müddetçe kalitelerini 100 yıldan uzun bir süre korurken, dijital saklama ortamları halihazırda kaliteyi çok daha hızlı azaltır ve JPEG gibi, ilerideki yıllarda okunması pek de kolay olmayabilecek bazı formatlar kullanır.

Bilgi İşlem

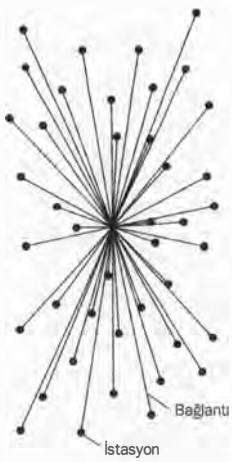
Bundan yüz yıl önce, "bilgisayar"lar yine vardı ama onlar makine değil, insandı. İnsan bilgisayarlar da bilimsel verileri çözümlerdi ama bilgi-işlem hızları çok yavaştı. Onlarınki sıkıcı olsa da, gerekli bir işti, özellikle de gökbilim alanında. Ne var ki tüm bunlar, günümüzün elektronik bilgisayarlarıyla ilişkilendirdiğimiz, neredeyse sihirli güçlere kıyasla çok zayıf kalıyordu.

Birbiriyle iletişim kurabilen bilgisayarların oluşturduğu ağ, internet -ve onunla birlikte elektronik posta- 1970'lerde, ilk olarak askeri araştırmalar sayesinde ortaya çıktı. Amaç, ABD çevresinde konumlu, kumanda ve kontrol silahlarını nükleer saldırıdan korumanın yollarını araştırmaktı. Şemada da görüldüğü gibi anafikir merkezi değil, *dağıtık* bir ağ oluşturmaktı. Böylece her askeri istasyondaki bilgisayar, saldırıya açık tek bir bağlantıyla karargâha değil, bir dizi bağlantı üzerinden diğer tüm istasyonlara bağlanacaktı. Ayrıca ağa belli miktarda artıklık, yani iletişim için gerekli olandan fazla bağlantı sağlanmıştı. (Dillerde ve yazı türlerinde de, konuşma ve yazı yollu iletişime yardımcılık görevini gören çok miktarda artıklık vardır. Steno bunları büyük ölçüde ortadan kaldırır. Bkz. sayfa 164.)

Ancak, bu ağın pratikte işlemesini sağlamak için, elektrik sinyallerinin bağlantılar üzerinden aktarımının geliştirilmesi gerekiyordu. Telefon hatlarında kullanılan analog sinyallerde -sürekli değişen elektromanyetik dalgalar- yararlı sinyalin yararsız parazite oranı, mesafeyle birlikte azalıyor ve sinyal çok geçmeden parazitle bozuluyordu. Ne var ki bu bozulma, sürekli-analog sinyalinin düzenli aralıklarla örneklemesi, örneklerin ayrık sayısal değerlere dönüştürülmesi ve ardından bu sayıların *bit*'lerden (1 veya 0'dan oluşan, ikili sayılar - bkz. sayfa 38) oluşan dizilere çevrilmesi sonucu yaratılan dijital sinyallerde fazla sorun oluşturmuyordu. Sürekli olmaktan çok ayrık olan dijital sinyalin iletim hataları tespit edilebiliyor ve kolayca düzeltilebiliyordu. ISBN'deki kontrol basamağını andıran (sayfa 166) "eşlik biti", iletim sırasında her bir sayı grubunun sonunda bir dijital sinyale eklenebiliyor ve ardından alıcı bilgisayar eşlik bitinin, alınan sinyalde kaydedilen 1'lerin sayısıyla örtüşüp örtüşmediğini kontrol edebiliyordu. Eğer örtüşmüyorsa, alıcı-bilgisayar otomatik olarak grubun yeniden aktarımını talep ediyordu. "Bu, bilgisayarların o sanal gözlerini kırpmaksızın, saniyede milyonlarca kez yapabilecekleri bir şey" diyor John Naughton, *A Brief History of Future*'da [Geleceğin Kısa Tarihi].



Yukarıda: **Modern bilgi-işlemin "babası" Alan Turing'in (1912-54) pikselleştirilmiş bir fotoğrafı. Turing'in 1937 tarihli ve "Hesaplanabilir Sayılar Üzerine" başlıklı teorik tezi, onun en ünlü matematiksel katkısıdır. Bu çalışmayı bir bilgisayarı programlama kavramını keşfettiği çalışma izler. Turing şöyle der: "Çeşitli işler için çeşitli makineler üretme konusundaki mühendislik sorununun yerini artık bu işleri yapacak olan evrensel makinelerin "programlanması"na yönelik ofis çalışmaları aldı."**



Merkezileştirilmiş ağ

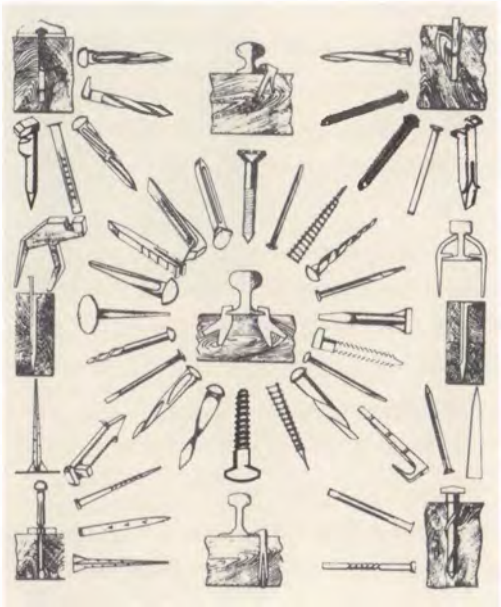


Dağıtılmış ağ



Dağıtık ağ

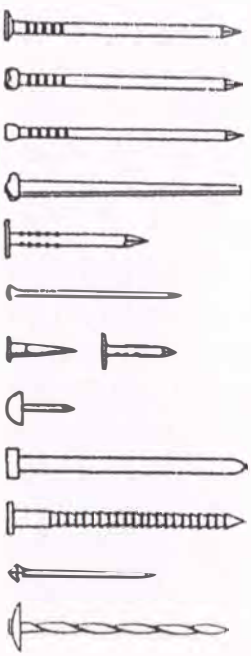
Aletler, Çiviler ve Vidalar



İnsanlığa ait ilk el eserlerinin yontulmuş kemik ve çakmaktaşından balta gibi aletler olduğu düşünülür. Bilimkurgu filmi *2001: A Space Odyssey*'de [*2001: Bir Uzay Destanı*] insanlığın başlangıcında ilk aletin keşfi akıllardan silinmeyecek bir sahneyle resmedilir: Bir insansı maymun, ağır bir hayvan kemiğini gelişigüzel eline alır ve onu önce karşısına çıkan ilk hayvan avını dövmek için, ardından da maymun düşmanlarını öldürene dek dövmek için kullanır. Sonra kemiği zafer edasıyla havaya fırlatır. Kemik havada döner, döner, döner ve kameranın tek bir göz kırpışının ardından bir çağlık evrimi atlayarak, dönen bir uzay istasyonuna dönüşür.

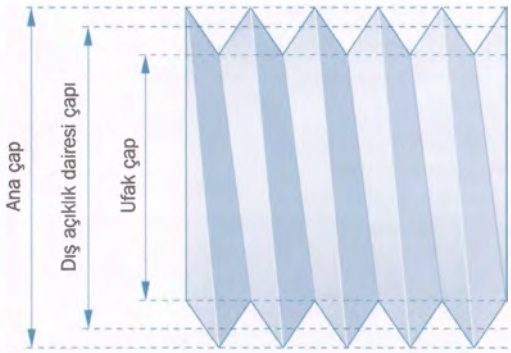
Mühendis Henry Petroski *The Evolution of Useful Things*'de [Yararlı Şeylerin Evrimi] "Çok az insan yapımı tarihi eser, el sanatı ve ticarete yönelik aletlerin sergilediği çeşitlilik ve uzmanlaşmayı sergiler" der. Ama günümüze ulaşan pek çok aletin amacı bilinmiyor. Alet yapımcıları ve alet kullanıcıları genellikle eğitimsiz kişilerdi ve rekabet korkusuyla aletlerini sır olarak saklarlardı. Atölyelerine bir yabancı girdiğinde, zanaatçılar aletlerini ortadan kaldırırdı. Onlarla ilgili soru sorulduğu takdirdeyse, anlamsız veya yanıltıcı cevaplar verirlerdi.

Her şeye karşın, ömrünü uzun süre sürdürmüş, çekiç, balta/keski, bıçak, burgu ve testere gibi kategoriler de yok değil. İlk testereler büyük olasılıkla ölü hayvanların çene kemiği veya dişlerinden yapılıyordu. Bakırın 4000 yıl kadar önce Yakındoğu'da keşfiyle birlikte, gitgide daha sert metallerden, örneğin, bronz, demir ve nihayet çelikten yapılan metal testerelerin de önü açıldı. Kesme eylemi batıda genellikle itme darbesiyle gerçekleşirken, doğuda testereler çekme darbesiyle kesiyordu. Kaydedilen önemli gelişmelerden biri, bıçaklardaki gibi enine kesim testere dişleriydi ve ağacı enine kesmeye yarıyordu. Diğeri ise



Solda: **Geçmişte çiviler. Romalıların döneminden, hatta belki daha da öncesinden, 18. yüzyıl sonuna dek çiviler ("çiviciler" tarafından) elle yapılırdı. 19. yüzyılda makine yapımı "kesilmiş çiviler", el yapımı çivilerin yerini neredeyse tamamen aldı. 1800'ler sonuna ait bu çizim ABD'de kullanılan çivileri gösteriyor. Çizimi, dönemin patent yetkilisi Benjamin Butterworth, çivi patentlerinden derlemişti.**

Sol altta: **Mevcut çivi tiplerinin, hepsi değil, ama küçük bir kısmı. Türlerin çoğu belli amaçlara yönelik. Pek çok çivinin sapında yer alan tırtıklar tahtayla sürtünmeyi arttırmak ve çivinin dışarı çıkmasını engellemek için yapılmıştır. Avrupa'da çiviler uzunlukları ve çaplarına göre, metrik ölçülerde satılır. Ama ABD'de uzunluk, peniye göre belirlenir. Bu, çivilerin yüzerlik adetler halinde satıldığı eski İngiliz geleneğinden kaynaklanıyor olabilir. Örneğin, "sekiz peni" çivilerin 100 adedi 8 peni tutar. İngilizlerin peni için kullandığı kısaltma (Roma *denarius*'undan dolayı) "d" olduğundan, ABD çivi ebatları da 3d, 4d, 6d vb. biçimindedir. En küçük ebat olan 3d, 1.25 inç uzunluğunda, en büyük 60d ise 6 inç uzunluğundadır.**

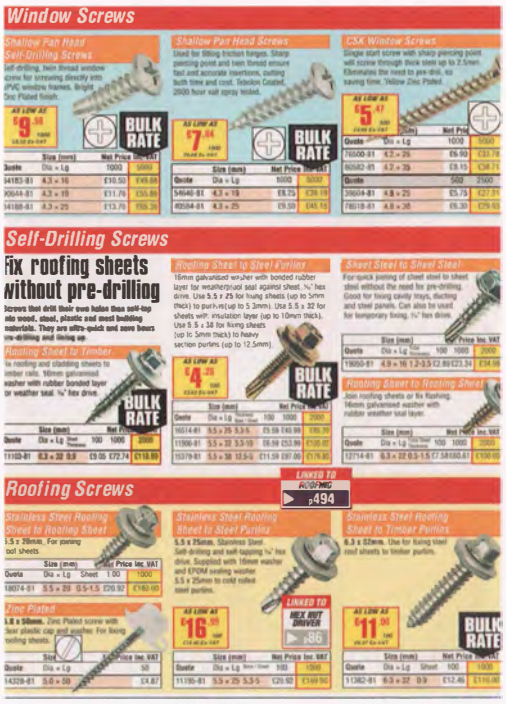


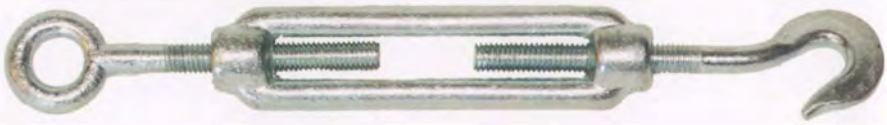
keskilerdeki gibi bıçkı kesim dişleriydi ve ağacı boyuna kesmeye yarıyordu.

Vidanın ise gemileri pompalamaya çalışan Arşimet tarafından icat edildiği söylenir. Buna göre burgu benzeri helezonik bir vida, belli bir açıyla bir silindirin içine yerleştirilmişti. Vida bir kol yardımıyla döndürüldüğünde, vidanın ucu suyu çekiyor, helezon kanalı ise suyu vidanın tepesine yönlendiriyordu. Vida prensibi sonraları zeytin ve şarap preslerinde de kullanıldı.

Menteşe görevi gören metal vidalar ve vida somunları ancak 16. yüzyılda ortaya çıktı. O dönemde lokma anahtarla veya bazen dişli aletle döndürülüyorlardı. El tornavidası ise 1800'ler civarında geliştirildi. 1841'de Joseph Whitworth ilk birleşik vida dişi sistemini tasarladı ve bu vidalar onun adıyla anıldı. 1884'te ise bunu, bilimsel aletler ve incelikli mekanizmalarda kullanılan vidalar için kullanılan ve ismini British Association for the Advancement of Science'tan [İngiltere Fen Bilimleri Geliştirme Kurumu] alan BA sistemi izledi. Bu durumda bile 1900'lerden itibaren, aynı ebatta olması gereken 1207 farklı somun ve cıvata üzerinde yapılan testlerin sonucuna göre, hatalı tasarım yüzünden yalnızca % 8'lik bir kısım İngiliz anahtarıyla "yeterli derecede sıkıştırılabiliyor"du!

Çoğu vida ve cıvata mümkün olabildiği oranda sıkıştırılır. Ancak, araba tekerindeki somunlar gibi kritik bazı uygulamalarda, sıkıştırma için (anahtarlar üstüne monte edilebilen) özel bir tork tatbik edilir. Amaç cıvatayı germek ve baş ile somun arasındaki malzemeyi sıkıştırmaktır. Böylece bunların her biri bir yay gibi gerilir. Sözkonusu germe işlemine önyükleme denir. Bu durumda harici bir kuvvet cıvatayı ayırmaya çalışırsa, kuvvet önyüklemeyi aşmadığı sürece, zorlama oluşmaz. Önyükleme şunlardan hangisi en zayıfsa, onun yüzdesine göre hesaplanır: Cıvatanın gerilme gücü, içine girdiği dişlerin gücü veya sıkıştırılan malzemenin sıkıştırılma gücü.





Bazı vidalar kendinden kilitlenen türdendir: Sivri dişleri ahşap, plastik veya yumuşak metal gibi malzemelerde kendi deliğini kendisi oluşturur (sol altta)**. Kimi vidalar ise önceden delinmiş bir delik veya vidaya uyan bir somun gerektirir. Vidanın ana çapı ("ebadı") dişin dış çapıdır. Bu da deliğin veya somunun çapından, diş adımına eşit miktarda büyüktür** (bkz. şema)**. Hemen tüm dişler sağ-el uyumludur, o nedenle de vida saat yönünde çevrilir. Ama sol-el vidalar için aksi geçerlidir. Sol-el vidalar ancak birkaç durumda kullanılır. Örneğin, dönen bir şaft bir sağ-el somununu, bisikletin sol pedalında olduğu gibi yavaş yavaş gevşetiyorsa; kimi gaz bağlantılarında tehlike yaratabilecek hatalı bağlantıları önlemek için; ve liftin uskuru diye bilinen alette** (aşağıda)**. Liftin uskuru ipteki, kablodaki ve bağlama çubuğundaki gerilimi ayarlar. Bir sağ-el vidasının, sol-el vidasıyla eşleştirilmesi mantığıyla işler. İlk vida sıkıştırılınca, ikinci vida da sıkışır, gevşetmede de aynı şey sözkonusudur.**

Müzik ve Şarkı

Ses yoğunluğunun, dinleyiciden bağımsız, desibelle ölçülen bir büyüklüğü vardır, ses yüksekliği ise dinleyicinin algısına dayalıdır (bkz. sayfa 101-102). Benzeri bir durum müzikte frekans ve perde için de geçerlidir. Bir müzik notasının frekansı hertz ile ölçülebilir ama perdesi, frekansına bağlı olsa da, belli bir dereceye kadar "yükseklik" ve "alçaklığın" öznel bir ölçümünden ibarettir.

Örneğin, batı müzik gamındaki oktavın sekiz notasını ele alalım. Bu önemli aralıkta, bir notanın frekansı iki katına çıkar (veya yarıya iner): Bir piyanonun orta Do'su 261.6 Hz'e ayarlanırsa, orta Do üstündeki Do'nun, bu frekansın iki katı olan 523.3 Hz'e ayarlanması gerekir. Ancak, bu iki nota arasındaki perde ilişkisine "kulaklarımız öyle alışmıştır ki, onu müzik aralığı olarak düşünmeyiz bile. Bize daha çok yüksek ve alçak perde arasındaki bir kimlik veya yarı-ahenk gibi görünür" diyor Arthur Klein *The World of Measurements*'da. Bizi etkileyen şey, frekansların mutlak değerlerinden çok, oranıdır. Dolayısıyla, tıpkı oktavın sekiz notası gibi, besteciler tam kromatik dizide *tonlardan* (sekiz temel ton, ayrıca beş tiz ve pes yarım ton); veya minör üçlü, tam beşli ve büyük yedili gibi tonlar üstüne kurulu perde aralıklarından söz ederler. Bunların değerleri, frekanslarının aksine, tam olarak tanımlanamaz, ama müziği melodik ve ahenksiz kılan da onların ton ilişkileridir.

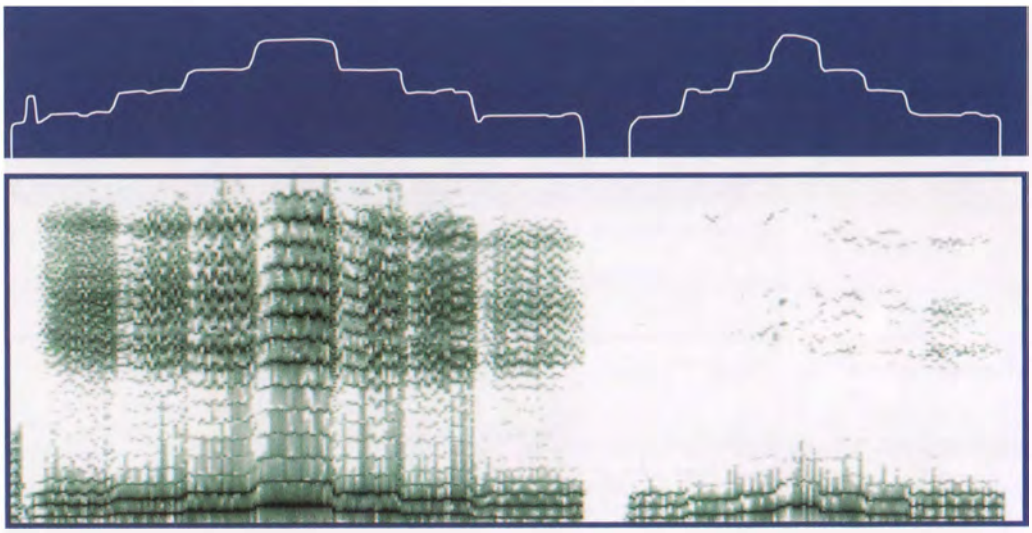
Oktavda, farklı notalar arasındaki frekans oranları ve perde aralıklarının boyutu ondalık terimlerle veya aşağıdaki tabloda olduğu gibi, 1200 sente bölünmüş logaritmik diziyle ifade edilir. Tablo J. S. Bach'ın tercih ettiği ve genel kabul gören "ölçülü" akort skalasını içeriyor. Orta Do'nun üstü ile orta Do arasındaki Do notalarının ondalık oranı, tahmin edileceği gibi 2.0'dır, logaritmik oran ise 1200 senttir. Ancak, orta Do ile (261. 6 Hz) orta Do üstündeki Do (523.3 Hz) arasında bir frekansa sahip olan orta Do (392.0 Hz) üstündeki Sole karşılık gelen oranlar 1498 ve 700 senttir; 1200'ün yarısı olan 600 değil. Bu da sent dizisinin logaritmik yapısından kaynaklanır. Bunun ondalık oran karşısındaki en büyük avantajı, her perde aralığının 100 sente eşit olmasıdır. Diğer bir deyişle, sent değerlerini ekleyerek veya çıkararak, besteci herhangi iki ton arasındaki müzikal aralıkları belirleyebilir.

Notalar, frekans oranlarının aksine, frekans değiştirebilirler. Bugün "konser

Yanda: **Şarkı söylemenin fiziği. Eğitimli bir şarkıcı ile eğitimsiz bir öğrenci arasındaki fark, bu akustik tayfla gösterilmiş. Üst kısım, "bee" sözündeki ünlünün, Do-majör arpejle temel frekans-zaman bağlantısını, eğitimli (solda) ve eğitimsiz (sağda) bir şarkıcı tarafından söylenişini gösteriyor. Alt kısım şarkı söyleyen bir sese rengini ve gücünü veren tüm armoniyi (yüksek frekanslı rezonanslar) gösteriyor. Eğitimli şarkıcı arpejdeki notalar arasında daha yumuşak geçişler yapıyor ve 2.5-4 kHz bölgesinde güçlü armoniye sahip.**

Eşit Akortların Müzikal Skalası

Ton no.	Tonalite	Perde aralığı	Ondalık oran	Oran (sent)	Frekans (Hz)
1	C	Ünison	1.0	0	261.6
	C#, D♭	Yarım ton/ küçük ikili	1.059	100	277.2
2	D	Tam perde/ büyük ikili	1.122	200	293.7
	D#, E♭	Küçük üçlü	1.182	300	309.3
3	E	Büyük üçlü	1.260	400	329.6
4	F	Tam dörtlü	1.335	500	349.2
	F#, G♭	Artık dörtlü/eksik beşli	1.414	600	370.0
5	G	Tam beşli	1.498	700	392.0
	G#, A♭	Küçük altılı	1.587	800	415.3
6	A	Büyük altılı	1.682	900	440.0
	A#, B♭	Küçük yedili	1.782	1,000	466.2
7	B	Büyük yedili	1.888	1,100	493.9
8	C	Oktav	2.0	1,200	523.3



perde" veya "ton standardı" diye bilinen standart, orta Do üstündeki La notası için 440.0 Hz'dir. Ancak, kuzey Avrupa'da yaklaşık 1500'den 1670'e kadar, La'nın frekansı 466 Hz'di (ton standardının yarım ton üstü) ve 1670'ten 1770'e kadar da 415 Hz'di (yarım ton altı).

Müzikal porte notasyonda, perde bir notanın beşli müzikal nota çizgilerinin üstündeki seviyesiyle belirlenir. Modern nota çizgisinde genellikle çizginin üstüne yazılı notaların perdesini belirten iki anahtar yer alır: Sol anahtarı ve fa anahtarı. Sol anahtarında nota çizgisinin aşağıdan yukarı beş çizgisi, orta Do'nun üçüncü üstünden, orta Do'nun bir ve çeyrek oktav üstüne kadar mi, sol, si, re, fa notalarını temsil eder. Dolayısıyla çizgiler arasındaki dört boşluk da aradaki notaları temsil eder: fa, la, do ve mi. Bir notanın uzunluğu bir dizi sembolle belirtilir. Örneğin, dörtlük nota ♩ ve sekizlik ♪ nota. Yanlamasına okunduğunda nota çizgisi ayrıca dikey çubuklarla da ayrılmıştır ve bu ayrımlar müziğin zaman işaretine (ritm) göre belirlenir. Örneğin, 4/4 ölçü demek, bir ölçü çizgisi içinde her biri dörtlük nota veya onun dengi uzunlukta olan ve ilk vuruşu (her zaman olmasa da) genellikle vurgulu olan, 4 vuruş yer alıyor demektir.



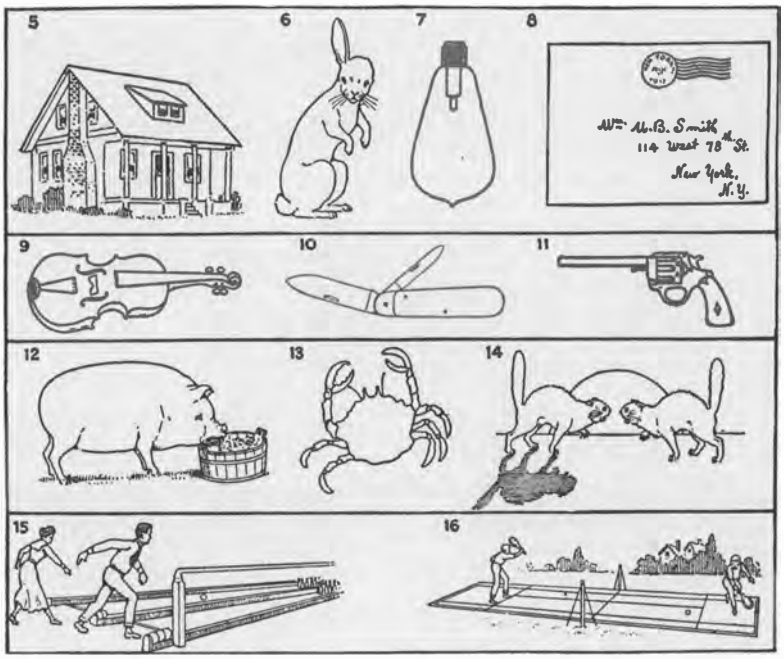
Aşağıda: **W. A. Mozart'ın kendi el yazısı. Mozart'ın "Eine kleine Nachtmusik" (Küçük bir Gece Müziği) diye tanımladığı sol majör yaylı Serenadı'nın (K. 525) açılışı. Mozart eseri 10 Ağustos 1787'de Viyana'da, *Don Giovanni*'yi yazdığı sırada tamamladı. Zaman işareti, nota çizgisinin başında "C" ile belirtilmiş, bunun anlamı "common time/adi ölçü", yani 4/4. "Bunun şimdiye dek yazılmış rasgele müzikler içinde en güzeli olduğunu kolaylıkla söyleyebiliriz. Tüm zamanlarda sevilmesinin nedeni de budur." (H. C. Robbins Landon, *Mozart: The Golden Years* [Mozart: Altın Yıllar]).**

IQ ve Zeka

Zeka testi kısmen soyaçekimle ilişkisi ve bunun ırkçılıkla olan bağlantısı, ama daha çok da hiç kimsenin, özellikle de psikologların zeka tanımının üstünde uzlaşamaması yüzünden oldukça tartışmalı bir sahadır. Einstein'ın çok zeki olduğu konusunda herkes hemfikirdir, peki ama ya Gandi gibi bir lider, Mozart gibi bir sanatçı veya Pelé gibi bir sporcuya ne demeli? Onlar da besbelli sıradışı zihinsel güçlere sahiptiler ama bunu "zeka" diye tanımlamak doğru olur mu?

20. yüzyıl başlarında, birbirlerinden bağımsız olarak zeka testinin temelini atan İngiliz psikolog Charles Spearman ve Amerikalı psikolog Lewis Terman, zekanın basit bir sayıyla ölçülebileceğine inanıyordu: "Genel zeka" için *g* (Spearman) ve "zeka katsayısı" için IQ (Terman).

Terman, 1912'de Stanford-Binet testini (Stanford üniversitesinin, Binet ise Terman'ın testini uyarladığı Fransız eğitimcinin adıydı) tasarladı ve bu test ABD'de 50 yıl boyunca okullar, şirketler, askeriye ve devlet tarafından standart zeka testi olarak kullanıldı. 1917'de testin bir versiyonu, Birinci Dünya Savaşı'na alınacak asker adaylarını derecelendirmek için kullanıldı. Okuma-yazma bilmeyenler yalnızca resme dayalı Army Beta testini çözüyordu. Örneğin, yukarıdaki resimlerin her birindeki eksik olan unsuru hızla tamamlamaları gerekiyordu. Ancak, görüldüğü gibi bu testi çözen okuma-yazma bilmeyenler arasında, Amerikan şehir hayatına aşina olmayanların yüksek puan alması olanaksızdı (özellikle de bovlingi gösteren 15. resimden). Ne var ki bu, zeka testlerinin haksız yere de olsa ünlenmelerini engellemedi.



Yukarıda: **Army Beta zeka testinin bir kısmı, 1917. (açıklama için metne bakınız.)**

Terman IQ'yu şöyle hesaplıyordu: Her bir test maddesine bir "zeka yaşı" atanıyordu ve bu yaştaki çocuğun o sorunun doğru yanıtını bilmesi gerekiyordu. 5 yaşındaki bir çocuk 6 yaş sınıfına giren bir soruyu doğru yanıtlarsa, ekstra puan kazanıyor, 7 yaş sınıfına giren soruyu doğru yanıtlarsa daha da yüksek puan alıyordu vb. Test puanları toplanarak, yıl ve ay üstünden zeka yaşı hesaplanıyordu. IQ test görevlisi ardından zeka yaşını, çocuğun kronolojik yaşına bölerek, ondalıklardan kurtulmak için sonucu 100 ile çarpıyordu. Bu yüzden de 100 puanlık bir IQ, zeka yaşının kronolojik yaşa denk olduğunu belirtiyordu.

Terman yıllar boyu yüksek IQ'nun sonraki yaşamda yüksek beceri anlamına gelip gelmediğini ve IQ'nun anne-babadan aktarılıp aktarılmadığını anlamak için California'da, 135 ve üstü yüksek IQ'ya sahip, "akkarınca" diye anılan çocukları ve onların çocuklarını izledi.

Karşıda: **MRI beyin taramaları (sağ ve sol taraf). Kırımızı renk, korteks kalınlığı ile IQ arasında güçlü bir pozitif korelasyon belirtirken, mor renk güçlü bir negatif korelasyona işaret eder.**

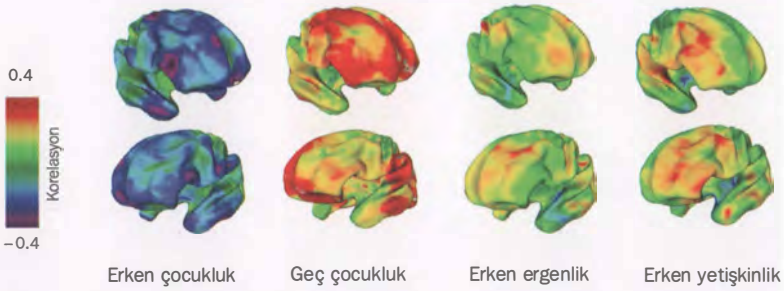
Geleneksel standartlara kıyasla, yetişkin yaşamlarında önde gelen Amerikan kurumlarında, genel nüfusun çok üstünde bir oranla doktor, avukat, işadamı ve bilimci olarak çalışan Akkarıncalar hayli başarılı oluyordu. Ayrıca çocuklarının da IQ'su yüksekti; 120'nin yüzde 20'den daha az altında. Ancak, hiçbir Akkarınca Nobel ödülü kazanmıyordu ve Terman'ın ilk testleri, geleceğin iki Nobel ödül sahibi bilimcisini reddetmişti (Luis Alvarez ve William Shockley). Hiçbir Akkarınca bir işletme kurmuyordu ve hiçbiri tanınmış bir lider, sanatçı ya da atlet olmuyordu.

Buna rağmen "genel zeka" kavramı yalnızca halkı değil, psikologları da etkilemeye devam ediyor. MRI (bkz. sayfa 182) yöntemiyle beyin tarama işleminin gerçekleştirilmesinden bu yana zeka ile beynin gelişimi arasında ister istemez ilişki kurulmaya çalışılıyor. Ulusal Zihin Sağlığı Enstitüsü'nde çalışan bir grup Amerikalı bilimci 300'den fazla çocuğun IQ test ve beyin taramalarını 6 ile 19 yaşları arasında düzenli olarak inceledi ve sonuçları 2006'da *Nature* dergisinde yayımladı. Buna göre erken çocuklukta yüksek IQ ile beyin korteksi (zarı) kalınlığı arasında, özellikle de frontal (ön) ve temporal (şakak) bölgelerinde, negatif bir ilişki vardı. Bu ilişki ileri çocukluk döneminde tersine dönüyor ve beyin zarının büyük bir bölümü için pozitif oluyordu. Diğer bir deyişle, yüksek IQ'lu küçük çocuklarda beyin zarı ortalama IQ'lu bir çocuğa kıyasla *daha inceydi.* Araştırmacılar şu sonuca varmışlardı: "Zeki" çocuklar yalnızca, herhangi bir yaşta daha fazla veya az gri hücre sahibi olmaktan dolayı daha akıllı değiller. Zeka daha çok kortikal (beyin zarı) olgunlaşmanın dinamik özellikleriyle yakından ilgili." Bunu söyleyen bilimciler elbette IQ testlerinin zekayı ölçebildiği sonucuna varıyorlar.

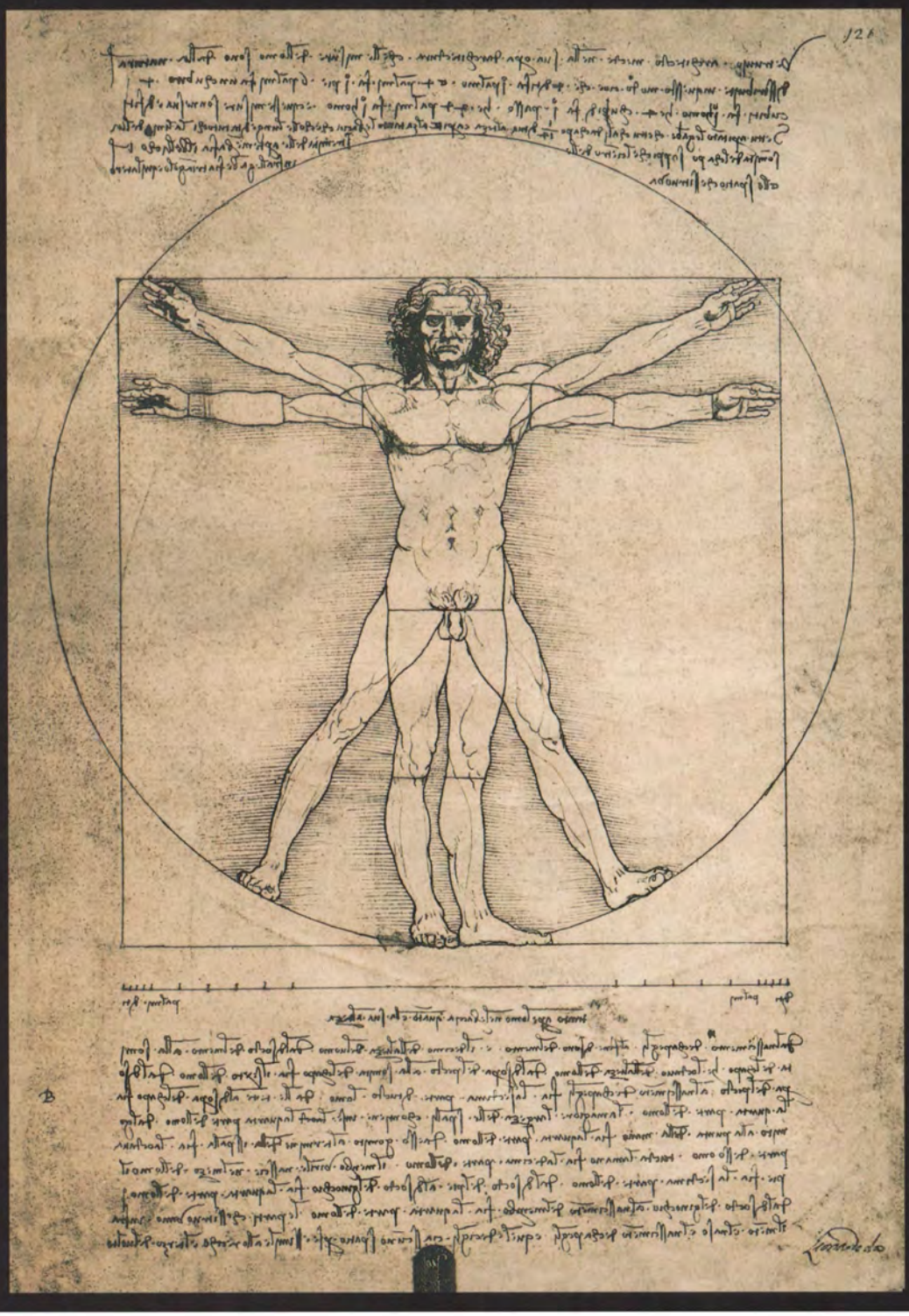
Tamamen farklı ve biraz daha az tartışmalı bir zeka ölçüm yöntemi de bir akademisyenin yayımlanan çalışmalarının ne sıklıkta alıntılandığını saymaktan geçiyor. Bir akademisyen ne kadar sık alıntılanırsa, o kadar etkili ve dolayısıyla bir anlamda da o kadar zekiydi. Ancak, bu argümandaki bariz hata bir yana -on kişi de bir kişi kadar yanılıyor olabilir- ölçüm yöntemi çalışmayı kimin alıntıladığını veya alıntının nerede yayımlandığını göz önüne almıyor. Nobel ödüllü biri tarafından, ilgi gören bir dergide alıntılanmanın, pek bilinmeyen bir akademisyen tarafından birkaç kişinin okuduğu bir dergide alıntılanmaktan daha iyi bir gösterge olduğu söylenebilir. Bu nedenle çıplak alıntılanma istatistiğinde ayar yapmak açısından, bir derginin "etki faktörü" ve çalışmayı alıntılayan akademisyenin Google PageRank (SayfaDerecesi) algoritması tarafından ölçülen popülerliği gibi diğer bazı göstergeler önem kazandı. Ancak, zekayı ölçme yolunda harcanan bunca çabanın yanısıra, insan görüşlerini kağıda dökmemeyi seçen Socrates gibi şüphe götürmez dehaları da unutmamalı.



Yukarıda: **Kraliyet Akademisi, Londra. Akademi üyeliğine seçilmek büyük bir onur ama elbette işin içinde politika da yok değil. Amerikalı fizikçi Jorge Hirsch'in önerdiği yeni bir endeks olan "h-endeksi" bu tür bünyelere seçimi daha adaletli kılmaya çalışıyor. Endekse, bir bilimcinin yayımladığı en yüksek sayıdaki tez yayımı ve bu yayımların her birinin, o sayı kadar alıntılanmasını temel alıyor. Dolayısıyla 50'lik bir h-endeksi bir kişinin 50 tez yayımladığı ve her bir tezin en az 50 kez alıntılandığı anlamına geliyor. Amaç yalnızca tezlerin yüksek üretkenliğini veya birkaç tezin sıkça alıntılanmasını değil, aynı zamanda çok sayıdaki ve tutarlılık sergileyen önemli çalışmaları da belirleyebilmek.**



9. Bölüm *Beden*



***Vitruvius Tarzıyla Orantısal İnsan Çalışması*, Leonardo da Vinci'ye ait mürekkep çizim, 1487 civarı. Bu ünlü çizim Romalı mimar Vitruvius'un, Leonardo da dahil pek çok Rönesans sanatçısı tarafından paylaşılan klasik idealini yansıtıyor; mimari, insan bedeninin ilahi ölçülerdeki orantısını temel almalıdır. Çizim sırtüstü, dümdüz duran bir insan bedeninin oranlarından (göbek merkez alınarak ve kol ve bacak açılmasıyla çember oluşturularak) nasıl hem çember, hem de kare türetilebileceğini gösteriyor.**

İnsan Genomu

Genlerin beden gelişimindeki hayati rolünden kimse şüphe duymuyor ama nedense genetikçiler insan genomu hakkında ne kadar çok ayrıntı öğrenirlerse, geni tanımlamak o kadar zorlaşıyor. Francis Crick 1992'de, yani enzimler, proteinler ve kromozomların sentezlendiği yer olan ve temel genetik yapıtaşlarını oluşturan DNA (deoksiribonükleik asit) yapısının James Watson tarafından keşfinden 40 yıl kadar sonra, "Gen sözünü tanımlamaya çalışın; hiç de kolay olmadığını göreceksiniz" demişti.

Crick'in bu sözleri 2006'da farklı genetikçi grupları tarafından gerçekleştirilen birkaç "deneyle" doğrulandı. Deneylerden birinde bilim felsefesi alanındaki araştırmacılar, 500 biyoloğa birbirinden farklı on dört set, gerçek genetik bilgi gönderdiler ve onlardan bir anketi doldurarak, her setin bir mi, yoksa birden fazla mı geni temsil ettiğine karar vermelerini istediler. Diğer deneyde ise yirmi beş gen dizilim uzmanı, bir meslektaşları tarafından biraraya getirildi ve hepsinin üzerinde anlaştığı bir "gen" tanımı oluşturmaları istendi.

İlk deneyde araştırmacılar biyologların yüzde 60'ının belli bir yanıttan, yüzde 40'nın ise başka bir yanıttan emin oldukları sonucuna vardılar. İçlerinden hemen hiçbiri bilmediğini itiraf etmedi. İkinci deneyde, iki gün kadar süren hararetli tartışmaların ardından yirmi beş bilimcinin varabildiği sonuç, genin çok genel bir tanımıydı: "Genomik dizilimde, düzenleyici bölgeler, kopyalanan bölgeler ve/veya diğer işlevsel dizilim bölgeleriyle ilintili bir kalıtımsal birime karşılık gelen, yeri saptanabilir bir bölge."

Tüm bu akıl karışıklığına ek olarak, DNA yapısını 1953'te ilk kez yayımlayan bilim dergisi *Nature* şu itirafta bulundu: "Tartışmayla geçen onlarca yıldan geriye, kamu ve medya tarafından benimsenen genel bir kanı kaldı; gen, güzellik ve sağlık veya daha çok kusur ve hastalıkla dolu kaçınılmaz bir kaderi ifade eden, sınırları kesin hatlarla belirli bir olgudur." Bu tablo hiç şüphesiz eksiklerle dolu olsa da, diyor dergi, belli bir hastalık "için" bir gen, belli bir davranış tipi "için" başka bir gen olmalı mantığı üstüne kurulu basit mekanik görüşün erozyona uğraması kesinlikle yararlı oldu. "Genetik kodun yepyeni bir cazibesi var. Dört harfli dizilimi belgelenmiş olabilir belki ama hâlâ çok daha gizli şifreler barındırıyor ve genetikçiler de onları kırma görevinden büyük keyif alıyor."

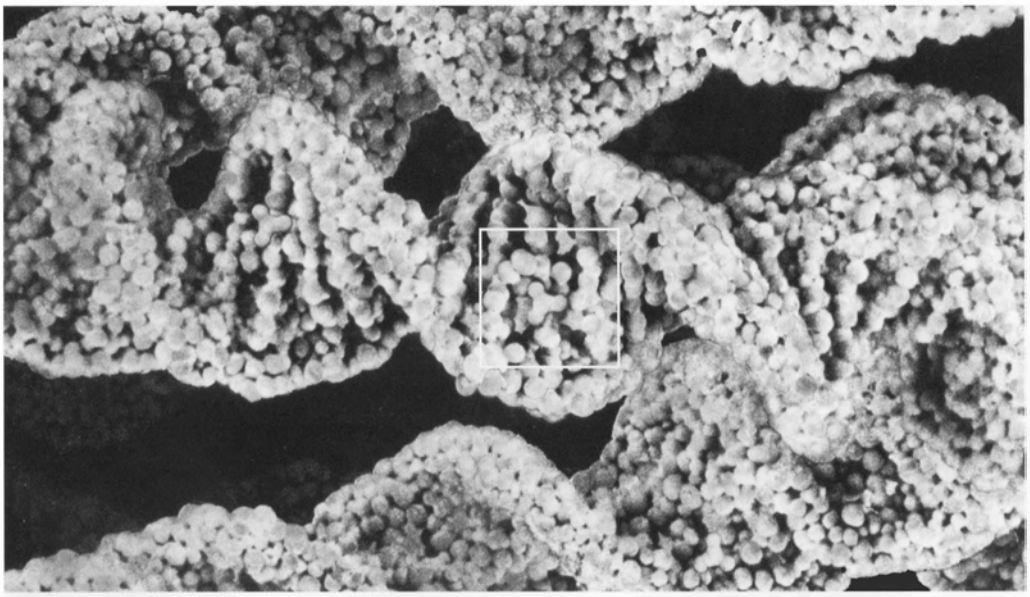
Belki de genetiğin gelecekteki gelişiminin şifre kırmaktan çok, yabancıl dil öğrenmek gibi bir şey olmasını beklemeliyiz. Önce işe kelime listeleriyle, sözlüklerle ve birebir çeviriyle başlarız, sonra bolca çabanın ve dili ana dili olarak kullananlarla pratiğin ardından günün birinde muhteşem bir edebiyatın belirsizliğini ve zenginliğini takdir ediveririz.



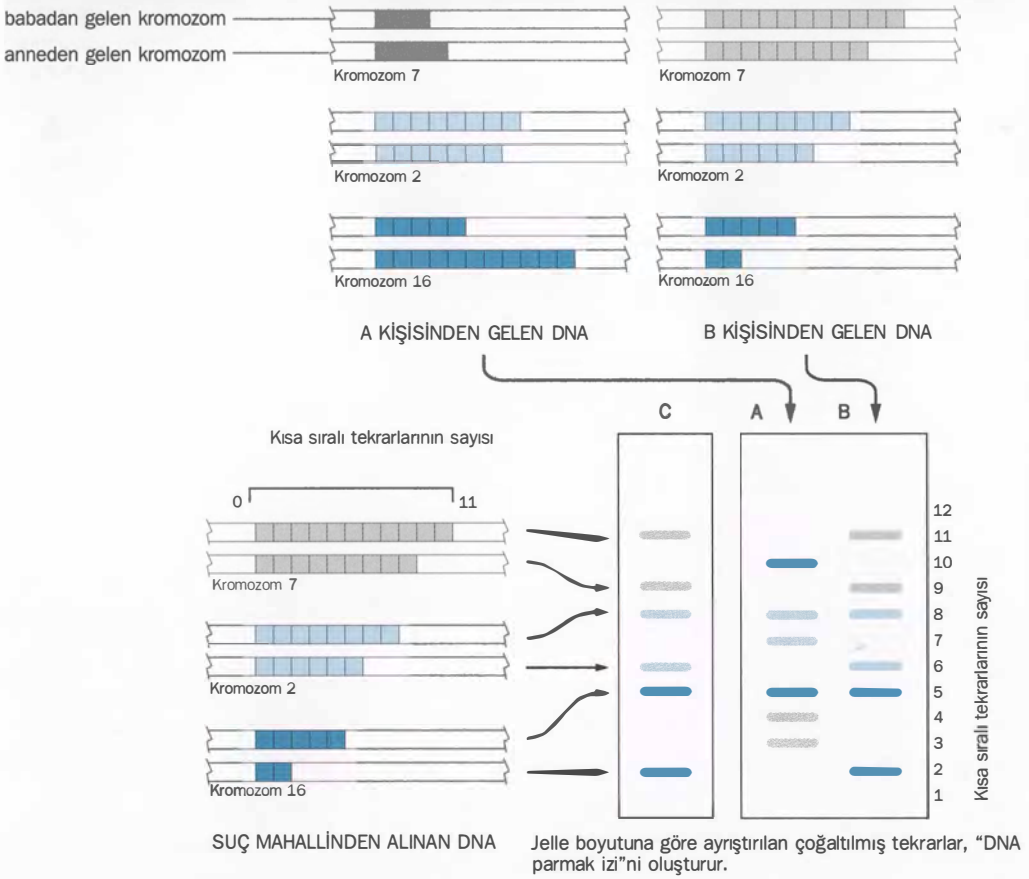


Yukarıda: **Temel genetik yapıtaşı olan DNA'nın ikili sarmal yapısı. Sarmalın çatısı şeker-fosfat ünitelerinden, basamaklar ise dört nitrojen bazından oluşur; adenin (A), guanin (G), timin (T) ve sitozin (C).**

Solda: **Otomatik bir DNA dizimi makinesinden elde edilen görüntüdeki her bir renk, dört bazdan birini temsil ediyor. (O zaman nüklein diye bilinen) DNA, 1869'da kimyasal olarak izole edildi, 1944'te kalıtım maddesi olduğu ortaya kondu ve 1953'te yapısal olarak analiz edildi.**



DNA ikili sarmalının yakın plan çekimi. Ölçek çizgisi 10 nanometreyi temsil ediyor (10^{-8} m). Belli bir organizmanın genomu, moleküler merdivenin farklı basamaklarının dizilimine bağlıdır. Bu basamaklar dört farklı bazdan meydana gelir; A, G, T ve C (bkz. önceki sayfa). Hücre kopyalaması sırasında merdivenin iki kolu birbirinden ayrılır ve her biri kendisinin aynı yepyeni bir kopya oluşturmak için şablon görevini görür.



Jelle boyutuna göre ayrıştırılan çoğaltılmış tekrarlar, "DNA parmak izi"ni oluşturur.

Bir suç mahallinden alınan DNA'yı, hukuki tartışmaya mahal bırakmasızın, şüphelilerin DNA'sıyla eşleştirmede yararlanılan genetik parmak izi işleminde, kısa sıralı tekrarların (STR'ler) karşılaştırması yapılır. STR'ler, DNA'da 17 defaya kadar tekrarlanabilen iki ila dörtlü baz dizileridir. Şekilde C suç mahallinden alınan DNA'daki STR'lerin, B kişisinin DNA'sıyla uyuştuğu, A kişisinin DNA'sı ile uyuşmadığı görülüyor. Polisin gelecekte yapılabilecek kontroller için, geçmişteki şüphelilere ait DNA örneklerine ilişkin genetik verileri saklamasının doğru olup olmadığı ise hâlâ tartışma konusu. DNA parmak izini 1980'lerin ortasında icat eden genetikçi Alec Jeffreys, bu tür bir arşivlemeyi "vatandaşlık haklarının çirkin bir ihlali" olarak tanımlıyor.

Kan

Kan dolaşımını 1628 civarında keşfeden, Kral I. Charles'ın hekimi William Harvey, kanın "yaşam pınarı ve ruhun barınağı" olduğuna inanıyordu. Tipik bir insan vücudunda dolaşan 5 litrelik kan (kişinin kapasitesi yaklaşık 70 ml/kg oranında vücut ağırlığına bağlıdır), Hıristiyan ayinlerinde de olduğu gibi, tarih boyu fiziksel işlevinin ötesinde duygusal bir öneme sahip olmuştur.

Harvey'den önce antik Roma'nın en ünlü hekimi Galen'in görüşleri benimsenmişti: Kan karaciğer tarafından sürekli olarak üretilerek vücuda dağıtılıyor ve gıdaların öğütülmesiyle meydana gelen ısının sağladığı bir tür kaynama ile kalbin içinden geçiyordu. Harvey bunun doğru olmadığını kanıtlamak için çeşitli ölçümler ve hesaplardan yararlandı. İnsan, köpek ve koyun kalbinin kapasitesini ölçtü. Ardından sonucu nabız sayısıyla çarptı. Böylece herhangi bir anda kalpten aktarılan kan miktarını hesaplamış oldu. Miktar ortalama bir kişide, her yarım saatte yaklaşık 36 kilogramdı. Harvey'in hesabı hatalıydı ama yine de "kalp atışı sayesinde, sindirilen besinden karşılanabilecek miktardan veya herhangi bir anda tüm kan damarlarının içerdiği miktardan çok daha fazlasının kalpten geçirildiğini" şüphe götürmez şekilde göstermiş oldu. Sonuç olarak kan sadece yenisi üretilmek yerine, durmaksızın vücutta dolaşıyordu.

(Başarılı kan naklini olanaklı kılan) kan tiplerinin anlaşılması, 20. yüzyılı buldu. Kan tipleri immünolog Karl Landsteiner ile iki meslektaşının, 1900'lerin başına rastlayan keşfiydi. Belirlenen dört kan tipine daha sonraları, bugün kullandığımız isimler verildi: A, B, 0 ve AB. O grubu içlerinde en eskisiydi ve Taş Devri'nde var olan tek kan gurubuydu. A grubu MÖ 25,000-15,000, B grubu ise MÖ 15,000-10,000 civarında ortaya çıktı. 500 ile 1000 yaş arasında olan AB grubu ise en yeni kan grubuydu. Kısmen bu nedenlerden dolayı, kan gruplarının rastlanma sıklığı dünyanın çeşitli yerlerinde değişiklik gösterir. Türkiye'de nüfusun yüzde 42.5'inin kan grubu A, yüzde 33.7'sinin 0, yüzde 15.8'inin B, yüzde 8'inin de AB'dir. İngiltere'de nüfusun yüzde 42'sinin kan grubu A, yüzde 10'unun B, yüzde 44'ünün 0 ve yalnızca yüzde 4'ünün AB'dir. Öte yandan ABD, Orta ve Güney Amerika'da nüfusun çoğunluğu 0 grubudur. A grubu ise Orta ve Doğu Avrupa'da yaygındır; Norveç, Danimarka, Avusturya, Ermenistan ve Japonya'da ise en sık rastlanan gruptur. Çin ve Asya topluluklarının yaklaşık dörtte biri B kan grubuna dahildir. AB ise en nadir rastlanan kan grubudur: Japon, Çin ve Pakistan nüfusunun yalnızca yüzde 10'u bu kan grubuna dahildir.

Kan grubu bir "kan grubu" geni (0, A veya B) anneden, diğeri babadan gelmek üzere kalıtımla belirlenir. İki kan grubu geni birlikte kişinin kan grubunu belirler. Bu nedenle de olası gen kombinasyonları şöyledir: 00, AA, A0, BB, B0 ve AB. Ne var ki A ve B genleri "baskın" genlerdir ve 0 genini bastırır, bu nedenle de AO kombinasyonu A grubuna, B0 kombinasyonu B grubuna dahil olur. Yalnızca 00 kombinasyonu 0'ı oluşturur. Bu da, örneğin, kan grubu A olan bir anne babanın 0 kan grubuna dahil çocuğu olabileceğini açıklar; her ikisinde de A0 gen kombinasyonu vardır.



Nabız ölçümü. Nabız almak için en çok kullanılan nokta, ön kol damarının, bileğin baş parmağa yakın olan bölümünde belirginleşen kısmıdır. Sağlıklı bir yetişkinin nabzı dinlenme halinde dakikada 60-70 arasıdır ama bu oran çok formda bir uzun mesafe yüzücüsünde 40'a kadar düşebilir ve 80'e kadar çıkabilir. Atardamarların esnekliği ne kadar azsa, nabız basıncı her kalp atımıyla birlikte o kadar keskin bir artış gösterir. Kalbin sol karıncığı her dakika ortalama beş litre (vücuttaki tüm kan) kanı aorta ve atardamarlara pompalar. Her kalp atışıyla birlikte atardamar basıncı sitolik basınç denen zirveye ve diastolik denen minimuma ulaşır. Bunlar (cıvalı manometreye bağlı, şişirilebilir kolluk) sfigmomanometre ile ölçülür. Buna göre, 120/80'lik kan basıncı (tansiyon) 120 mmHg'lik bir sitolik basınç ile 80 mmHg'lik diastolik basınca işaret eder.

Kanı sınıflandırmada bir diğer önemli konu da rhesus faktörüdür: Rh pozitif veya Rh negatif. 1940'ta, Landsteiner ve meslektaşları bir rhesus maymunundan aldıkları kanı tavşanlara ve hint domuzlarına enjekte ettiler. Üretilen antikorlar bazı insanların alyuvarlarıyla tepkimeye girdi ("Rh pozitif") bazılarınınkiyle girmedi ("Rh negatif"). Sonuçta buna neden olan şeyin, kişinin hücrelerinde D diye bilinen bir antijenin varlığı ya da yokluğundan kaynaklandığı ortaya çıktı: D antijeni olanlar Rh pozitif, olmayanlar ise Rh negatifti. İnsanların büyük kısmı (İngiltere nüfusunun yüzde 83'ü) Rh pozitif kana sahiptir, bu nedenle de aşağıda görülen kan torbasına oldukça ender rastlanır.

Aplastik anemi
Ayda 2½ lt'ye kadar.

Kalça protez ameliyatı
3 lt'ye kadar

Kanser
Haftada 4½ lt'ye kadar

Beyin ameliyatı
5½ lt'ye kadar

Kalp ameliyatı
14 lt'ye kadar

Araba kazası veya kurşunlanma kurbanları
28 lt'ye kadar

Karaciğer nakli
57 lt'ye kadar



Kan nakli. Nakilde hem kan grubu (A, B, AB veya 0) hem de rhesus tipinin (pozitif veya negatif) uyumlu olması gerekir. Aksi takdirde hemoliz riski doğar: Alıcının alyuvarlarının parçalanması sonucu kandaki oksijen taşıyıcı molekül hemoglobinin kayba uğraması. Hemoliz, alıcının kan plazmasında, verilen kandaki alyuvarlara karşı antikor bulunduğunda gerçekleşir. Bu durumda antikorlar alyuvarlara saldırır. A grubu kanın plazmasında anti-B antikorları; B grubu kanda anti-A antikorları bulunur. AB grubundan bu antikorların hiçbiri bulunmazken, 0 grubunda ise her ikisi de bulunur. 17. yüzyıldaki muğlak başlangıcından bu yana kan nakli gitgide yaygınlaştı ve kaza sonucu, ameliyatta kan kaybı ya da hastalık kaynaklı düşük hemoglobin seviyesi durumlarında nakil gerçekleştirilmeye başlandı. ABD, Avrupa ve Japonya'da her yıl yaklaşık 80 milyon litre kan bağışlarından elde edilen kan kullanılıyor. Şemada çeşitli ameliyatlarda kullanılan kan miktarları görülüyor. Hastalara verilmeden önce kandaki çeşitli unsurların, özellikle de akyuvarlar, trombositler (kan pıhtılaşmasını tetikleyen parçacıklar) ve plazmaya ayrılması gerekir. Fotoğrafta görülen plazma torbasında 0 Rh D negatif kan grubuna ait 285 ml akyuvar bulunuyor.

Tıbbi Tarama

19. yüzyıl hekimleri genellikle tanı aletlerinin kullanımına karşıydı. Bunlar içinde stetoskop benimsenmişti çünkü onu yalnızca hekimin kendisi duyabiliyordu. Ama termometre gibi okunabilir, hatta daha kötüsü yazılı özellikte aletler, tıbbi uzmanlık tespitlerine duyulan kamu güvenine bir tehdit olarak algılanıyordu. "Bu aletler kişisel güven etiğinin yerine, kişisel olmayan bulguların etiğini temsil ediyordu ve uzun süre Amerika ve Avrupa'daki doktorlardan şüpheli muamelesi gördü" diyor Theodore Porter, *Trust in Numbers*'ta [Sayılara Güven].

20. yüzyılda tıpta kaydedilen en büyük gelişme sentetik ilaçların yanısıra, yeni ve müdahale gerektirmeyen alet tekniklerinde yaşandı. Bu tekniklerle kemik, doku, organ ve vücut sistemlerinin olağanüstü görüntüleri elde edilebiliyordu. Günümüzde kullanılan beş ana tarama tipi, X-ışınları (röntgen), bilgisayarlı tomografi (CT), ultrason, nükleer ilaç ve -son geliştirilen yöntem- manyetik rezonans görüntülemedir (MRI). Bu tekniklerden her birinin kendine özgü güçlü ve zayıf yanları vardır.

CT'de tomograf diye bilinen bir dizi kesiti elde edebilmek için yüksek dozda X-ışını kullanılır ve bir bilgisayar bunları alarak organların yüksek çözünürlüklü, üç boyutlu görüntülerini oluşturur. Bu işlem mevcut X-ışınlı görüntüleme ile olanaksızdır. Ultrasonda çok yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılır ve yöntemin bilinen hiçbir zararı yoktur. Bu nedenle de ana rahmindeki bebeklerin

Başlıca tıbbi görüntüleme yöntemlerinin bir karşılaştırması. Aydınlık alanlar vücudun belli bölümü için tercih edilen tekniğe işaret ediyor.

	X-ışınları	CT	ULTRASON	NÜKLEER	MRI
Kemik	En iyi çözünürlüğü veren, halen en yaygın yöntem	İskelet gibi daha karmaşık yapılar için kullanılıyor	Yetersiz - ultrason kemiğe nüfuz etmiyor	Erken teşhis (örn, zorlamaya bağlı kırılma) ve tüm vücut kemik kanseri görüntülemede, özellikle de metastaz tespiti açısından iyi.	Zayıf MRI sinyali verdiği için kemiklerde iyi değil ama eklemler için mükemmel ve dizler için de tercih edilen yöntem. Dinamik bilgi edinimi mümkün.
Beyin ve omurilik	Sınırlı kullanımlı röntgen.	İnce kemik yapısı için mükemmel, yumuşak doku hastalıklarında MRI ile yarışır	Yetersiz - ameliyat olmaksızın kafatasının içini görüntülemek zor	Dejeneratif hastalıklar ve alıcı bölgeler için iyi.	Mükemmel - inmeler ve sinir liflerinin takibi için tercih edilen yöntem.
Göğüs	Röntgenle yeterli rutin akciğer taraması mümkün.	Daha fazla ayrıntı için CT tercih edilir	Yetersiz - ultrason hava boşluklarının ötesini görüntüleyemiyor	Hava ve kan akışına yönelik işlevsel çalışmalar açısından çok iyi.	Az kullanılır-hava boşluklarını görüntülemede MRI yetersiz.
Kalp ve dolaşım	Az kullanışlı.	Çok kesitli tarayıcılarla mükemmel sonuç - temporal çözünürlüğü arttırma amaçlı 3 boyutlu hacim kazanımı geliştiriliyor.	Mükemmel - pek çok durumda tercih edilen teknik. Yapı kadar hız da (Doppler) analiz ediliyor.	Kan akışı ve yağ asitlerinin kavranması gibi işlevler için yararlı.	Ayrıntılı tasviriyle mükemmel - kan akışı için hap kullanımı yöntemiyle geliştirilmiş temporal çözünürlük yolda.
Yumuşak dokular (eklemler)	Röntgende kontrast yetersiz.	İyi ve ekstra kemik ayrıntısı gerektiğinde MRI'ya tercih ediliyor.	Kemik ultrasonu bloke etse de kullanışlı	Çözünürlük yetersiz olsa da işlevsel bilgi sağlıyor.	Mükemmel - kas, tendon, kıkırdak, eklem boşluğu çalışmalarında tercih edilen yöntem.
Yumuşak dokular (karın)	Röntgen yetersiz ve bir kontrast aracı gerektiriyor.	Pek çok hastalık tipi için iyi ama kontrast gerekli - sanal kolonoskopi kullanımı gitgide artıyor.	Mükemmel-güvenli olduğu ve 3 boyutlu görüntüleme artık mümkün olduğu için doğum uzmanlığında en çok tercih edilen yöntem	Tümörler, karaciğerler, böbrekler, sentinel nodüller vs. için önemli işlevsel testler - çözünürlük yetersiz olsa da teşhis açısından değerli.	Çeşitli kontrast malzemelerinin enjekte edilmesiyle tümörler için sıkça kullanılıyor.
Rahatlık ve güvenlik	Röntgen küçük dozda radyasyon veriyor	Yüksek doz	Bilinen hiçbir tehlikesi yok	Verilen radyonüklide bağlı orta dereceli doz.	Kalp pili, implant vs. için tehlikeli. Biraz klastrofobik.
Muayene süresi	Çok hızlı	Makul, örneğin birkaç saniye	Makul	Birkaç dakika veya üstü, hapın dağılımının beklenmesi için.	Uzun
Uzamsal çözünürlük	0.1 mm	0.25 mm	1–5 mm	5–15 mm	0.3–1 mm
Mobilite	Küçük taşınabilir makineler mevcut	yok	Taşınabilir makinelerin kullanımı yaygın	Taşınabilir cihazlar geliştiriliyor	Geliştirmeye yönelik girişimlere karşın çok sınırlı.

görüntülenmesi açısından idealdir. Nükleer ilaç yönteminde hastaya yutturulan radyoaktif bir hap takip edilir ve X-ışınının aksine kan ve hava gibi dolaşım sistemlerinin *işleyişine* bakılır. MRI'da ise inanılmaz derecede güçlü bir manyetik alandan yararlanılır. Vücut atomlarının pek çoğunun çekirdeği küçük mıknatıslar gibi davrandıklarından, kusursuz şekilde olmasa da, manyetik alanla hizalanırlar. MRI tarayıcılar, manyetik alanı farklı radyo frekanslarında titreştirerek ve uyararak farklı çekirdeklerin rezonansını (çınlaması) ve enerji soğurmasını sağlayabilir. Uyarım sona erdiğinde rezonans da biter ve çekirdek enerjiyi -zayıf MRI sinyali olarak- yeniden yayar, alıcı sargılar da bunu tespit eder.





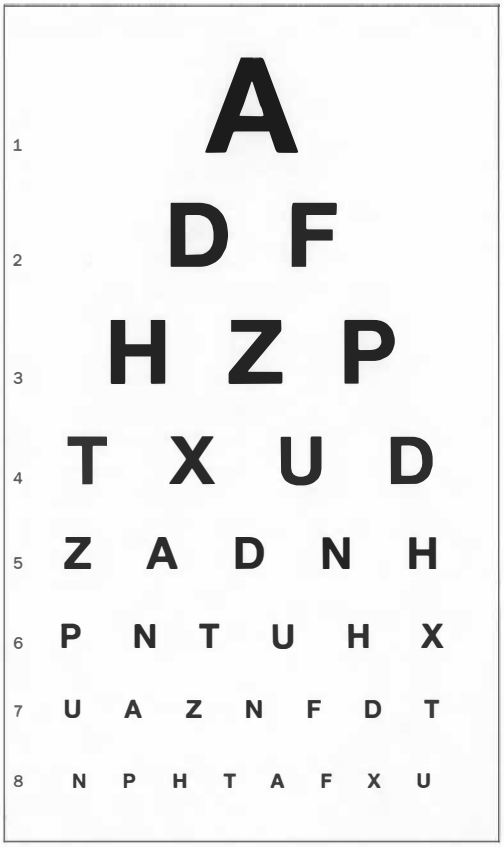


Solda: **Tam vücut taraması. Bu yöntemde uygun bir kimyasal bağa "iliştirilmiş" radyoaktif bir hap kullanılır. Fotoğrafta ergenlik çağındaki bir gencin kemiklerinde hapın yarattığı izler görülüyor. Hızlı gelişim normalde eklem aktivitelerinde artışa neden olur ama bu örnekte aktivite diz eklemlerinden birinde görülmüyor. Bunun nedeni de diz üstünde oluşan bir tümör.**

En solda: **Ana rahmindeki bebeği gösteren bir ultrason sonucu. Bu tür tarama yöntemleriyle kalp, beyin ve omurga anormallikleri tespit edilebilir, plasentanın yeri belirlenebilir ve doğum tarihi öngörülebilir.**

Sol altta: **MRI tarama ile beyin ve yumuşak dokular olağanüstü netlikte görüntülenebilir. Bu aletler oksijenli ve oksijensiz hemoglobin moleküllerinin manyetik rezonanslarını ayırt ederek, beyin aktivitesini saptayabilir. Ancak, MRI'nın beynin belli kısımları ile belli davranış türleri arasındaki bağlantıyı gösterdiğine ilişkin cüretkâr iddialara karşın, bu kan-oksijen-düzeyine-bağımlı MRI sinyalinin sinirsel aktiviteyle ilişkisi hiçbir şekilde net değildir.**

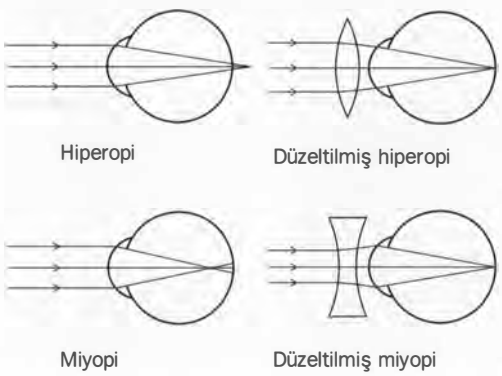
Gözler ve Göz Mercekleri



Pliny'nin yazdıklarına göre, Neron gözü bozuk olduğu için gladyatör oyunlarını yeşil ve şeffaf bir değerli taşın içinden bakarak izliyordu ve antik dönemde su dolu cam kaseler büyüteç olarak kullanılıyordu. Ama gözlüğün ilk ortaya çıkışı, cam yapımının merkezi olan Venedik'te, 1280'ler civarında oldu. Ortada bir fikir ayrılığı vardı. Pisa'da 1305'te verilen bir vaazda "cam üretim sanatı"na "dünyanın sahip olduğu en yararlı sanat" olarak yaklaşılıyordu. Ne var ki İngiliz papaz "Yeni icat edilen optik camların doğal görüşü çarpıttıkları ve varlıkları doğal dışı, sahte bir ışık içinde gösterdikleri için" bunları ahlak dışı ilan etmişti.

Newton 1704'te *Opticks*'i yayımladığında, hem yakınsak ve ıraksak merceklerle, hem de prizmalarla kırılma yasaları bilimsel olarak anlaşılmıştı ve bu da 18. yüzyılda geliştirilmiş gözlükler, teleskoplar ve mikroskopların önünü açmıştı. Işığın kendisi henüz anlaşılamamıştı belki ama bilimciler ışığın bükülmesini hesaplayabiliyordu.

Göz ve görme yetisi de hâlâ bir sır olmayı sürdürüyordu. Göz farklı uzaklıklardaki cisimlere göre kendisini nasıl ayarlıyor, onları nasıl odaklıyordu? Ne tür çarpıtmalardan muzdaripti? Farklı renkleri birbirinden nasıl ayırt ediyordu? Ve göz ile zihin arasındaki ilişki neydi? Bu tür soruların yanıtları -ve göz kusurlarının ölçümü ile giderilmesine yönelik pratik yöntemler- 1800 civarında, Thomas Young tarafından verilmeye başlandı. Bugün de gözlük veya lens kullanmak istemeyenler için geliştirilen lazerli cerrahi gibi tekniklerle ve bilinçli deneyim alanındaki birbirine rakip pek çok teoriyle sorulara yanıt verilmeye devam ediliyor. Leonardo da Vinci'nin de söylediği gibi: "Ruhun penceresi olan göz, doğanın sonsuz sayıdaki eserlerinin beyin tarafından tam anlamıyla ve muazzam şekilde algılanmasında rol oynayan en önemli araçtır..."





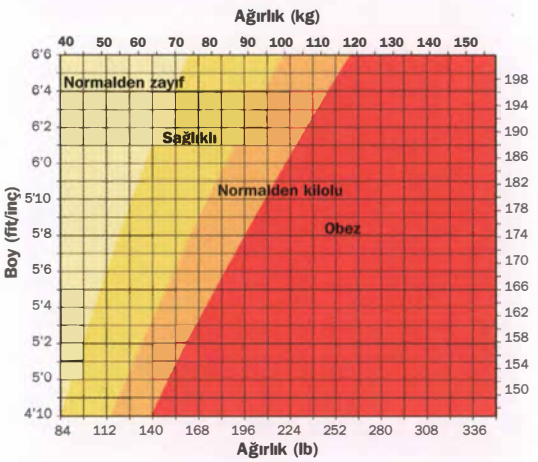
Snellen kartı (solda) **ismini, onu 1862'de geliştiren Hermann Snellen'den alır. Kartın üstündeki 8 satırlık optotipe, 6 metrelik mesafeden bakılarak, görme aktivitesi, diğer bir deyişle kişinin biçimleri ayırt etme becerisi ölçülür. "Normal" görme yetisi olan 1. keskinlikte kişi 7. satırı okuyabilir. Bu, metrik sistemde 6/6 görüş, veya ABD'de 20/20 görüş diye bilinir. Hava kuvvetleri pilotları son satırı yardım almaksızın okuyabilmeli, yani 6/5 görüşe sahip olmalıdırlar (keskinlik 1.2). İngiltere'de araba sürücüleri 6/10 görüş sahibi olmalıdır (keskinlik 0.6) ki bu da 5. satırla 6. satır arasında bir yere denk gelir. Snellen'in sistemine göre kabaca, 6/6 görüş sahibi birisinin 12 metreden okuduğu harfleri, 6/12 görüşe sahip birinin (ABD'de 20/40) okuyabilmesi için 6 metrelik mesafeye yaklaşması gerekir. Zayıf görme keskinliği, hiperopide (uzun görüş) yakınsak mercekler, miyopide (kısa görüş) ise ıraksak mercekle düzeltilebilir. Thomas Young'ın keşfettiği astigmat için ise genellikle daha ileri bir mercek düzeltmesi gereklidir.**

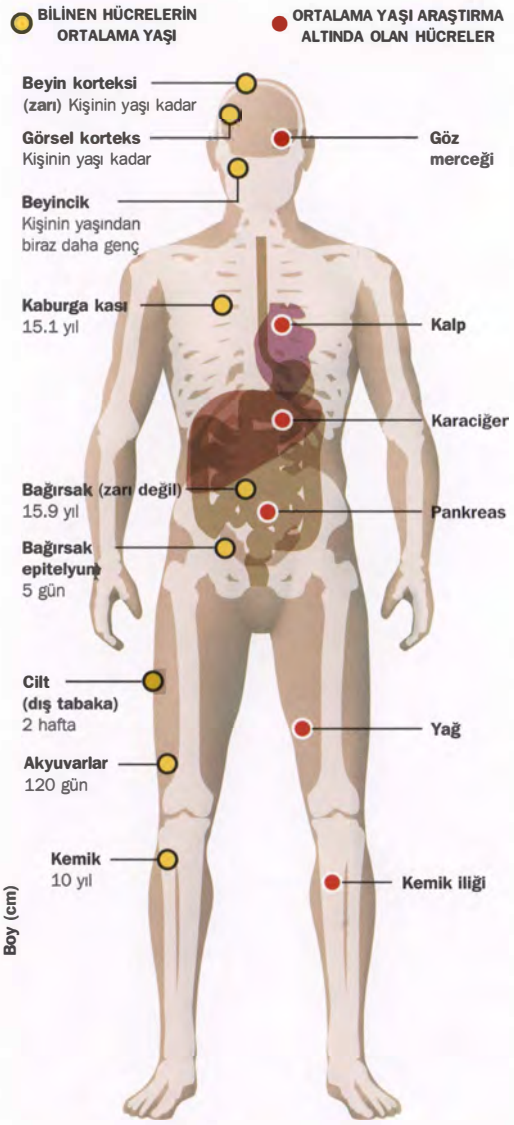
Beden Kitle Endeksi

Beden kitle endeksi (BKE) Adolph Queteler tarafından icat edildiği 1830-50'lerden beri, uzunca süredir biliniyor. Ne var ki insan ağırlığını sağlık açısından sınıflandırma yöntemi olarak benimsenmesi yalnızca son birkaç onyıldır gerçekleşti. 18.5-25 aralığı arasındaki bir BKE çoğu uzman ve tıp kurumu tarafından "sağlıklı ağırlık" göstergesi olarak kabul ediliyor. 18.5'in altı "normalden zayıf", 25-30 "normalden kilolu", 30 üzeri ise "obez" olarak niteleniyor.

Bu ölçülere göre İngiltere yetişkin nüfusunun yarıdan fazlası normalden kilolu, beşte biri ise obez görünüyor. ABD'de ise nüfusun üçte ikisi normalden kilolu, üçte biri ise obez görünüyor. Küresel olarak bakıldığında, 6.5 milyarlık nüfusun yaklaşık bir milyarı 25'in üstündeki BKE'de yer alıyor. Öte yandan, bir sağlık göstergesi olarak BKE'nin fiziksel formdalığı yeterince göz önüne almadığı da açık. Kas yağdan daha ağır olduğundan sağlıklı atletler, çok formda olmalarına karşın, genellikle BKE'ye göre normalde kilolu çıkarlar. Endeks ayrıca uzun boylu insanlara karşı da önyargılıdır.

Zengin uluslarda obezitenin artış gösterdiği bir gerçek. Ne var ki, BKE sağlık durumunun en etkin göstergesi de olmayabilir. İngiliz Kalp Vakfı'nın önerdiği -(erkeklerde) 1.0 ve (kadınlarda) 0.9 sınırıyla- bel-kalça oranı, çoğu etnik grup için daha iyi bir kalp krizi riski göstergesi olabilir.





En solda: **BKE (kilogram cinsinden) ağırlığın boyun karesine (metre cinsinden) bölünmesiyle hesaplanır. Örneğin, 75 kg ağırlığında ve 1.8 m boyundaki bir kişinin BKE'si $75/(1.8)^2$'ye eşittir ki, bu da 23'ten biraz fazla, yani "sağlıklı ağırlık" kategorisindedir. Kategoriler şöyledir: <18.5 = normalden zayıf, 18.5-25 = sağlıklı ağırlık, 25-30 = normalden kilolu, >30 = obez. Her BKE kategorisinin boy ve kilo aralığı tezat gibi görünür. Ancak, BKE tek başına bir teşhis testi olmaktan çok, kaba bir hastalık risk göstergesidir.**

Solda: **Gerçek yaşınız ne? Vücut ağırlığı ile sağlık ve ömür arasındaki gerçek ilintiyi anlayabilmek için bilimciler, bedenin farklı bölümlerinin nasıl yaşlandığını ve kendilerini yenilediklerini veya yenilemediklerini daha iyi anlamak zorundalar. Şemada farklı organ ve dokulardaki hücrelerin bilinen ortalama yaşı görülüyor. Bağırsak epitelyum, cilt ve akyuvarlar gibi kimi kısımlar hızla yenilenirken, beyin hücrelerinin yaşı, kronolojik yaşımızla aynıdır ve ne yazık ki kendilerini asla yenilemezler. (Aksi yöndeki deneysel iddialar şimdiye dek tekrarlanamaz bulundular.) Yağın ortalama yaşı halen araştırılmakta olan bilinmezlerden biri.**

Kalori Sayımı ve Gıda Katkı Maddeleri

Beden ağırlık birimi başına günlük gereksinimimiz olan gıda enerjisi miktarı, yaş ilerledikçe azalır. Yeni doğmuş bir bebeğin kilogram başına gereksinimi, 25 yaşındaki bir kadının üç katı, 10 yaşındaki bir erkek çocuğun kilogram başına gereksinimi ise 65 yaşındaki bir adamın iki katıdır. Öte yandan, fazla aktif varlıklar olmayan insanlar günde vücut ağırlıklarının yalnızca yüzde 1-2'si kadar gıda tüketir. Oysa bir sinekkuşu veya küçük bir fare her gün kendi vücut ağırlığından fazlasını yemek zorundadır.

Ne kadar gıda enerjisine gereksiniminiz olduğunu hesaplamak için, öncelikle dinlenme halindeyken metabolizmanızın yaşamını sürdürebilmesi için ne kadar enerjiye gereksinimi olduğunu hesaplayın. Ardından, sağdaki listede belirtildiği gibi, gün boyu çeşitli aktivitelerle harcadığınız enerjiyi hesaplayın. İki enerjiyi birbirine eklediğinizde, ortaya çıkan sonuç, kilo kaybı ya da alımı olmaksızın, dengeli yaşam için gereksiniminiz olan günlük miktarı verir.

Ortalama olarak kişi ağırlığının her bir kilogramına karşılık gerekli olan enerji, saatte 1 kilokaloridir. Yaklaşık 4.2 kilojule eşit olan kilokalori, bir gıda enerjisi birimidir ve akıl karıştırıcı şekilde (baş harfi büyük olacak şekilde) Kalori'ye eşit olduğundan, konuşmalarda ve gıda ambalajlarında "kalori" diye kullanılır.

Örneğin, 70 kg ağırlığındaki bir kişi rölantide günde 70 x 24 =1680 kcal yakar. Bu kişi tüm günü (16 saat) otururak ve okuyarak geçirirse, ekstra 16 x 80 = 1280 kcal ile birlikte günde toplam 2960 kcal gerekli olacaktır. Bu da erkekler için önerilen, günlük gıda enerjisi miktarı 2500'ün biraz üzerindedir (kadınlar için önerilen miktar 2000 kcal'dir). Eğer kişi 16 saatini (olanaksız görünse de) golf oynayarak geçirirse, toplam rakam 6480 kcal, bahçe kazarsa 10,000 kcal olacaktır. Tüm bu hesaplar, termik etki denen (yüzde 10 kadarlık) ve vücudun saklama ve kullanım amacıyla gıda öğütmesi sırasında gerçekleşen enerji kaybını göz önünde bulundurmaz. Ancak, önerilen miktarın tek başına tatminkâr bir genel beslenme önerisi olmadığı açıktır; kişinin tipik günlük aktivitelerinin gerektirdiği enerji bilgisinin de edinilmesi gerekir.

Aktivite	70 kg Ağırlığındaki Bir Yetişkinin Bir Saatte Tükettiği Enerji
Oturmak	80
Yer süpürmek	120
Kroket oynamak	160
Araba sürmek	192
Masa tenisi oynamak	200
Yelkencilik	200
Yavaş adımlarla yürümek	220
Ütü yapmak	240
Yavaşça bisiklet kullanmak	260
Yerleri cilalamak	272
Kanoyla gitmek ve kürek çekmek	280
Golf oynamak	300
Hızlı adımlarla yürümek	320
Bale yapmak	320
Sörf yapmak	320
Paten kaymak	360
Hafif jogging	360
Basketbol oynamak	360
Jimnastik yapmak	400
Tırmanmak	440
Tenis oynamak	480
Jogging yapmak	480
Bahçe kazmak	520
Futbol oynamak	560
Hızlı bisiklet sürmek	672
Tepe aşağı kayakla kaymak	700
Hızlı koşmak	800
Duvar tenisi oynamak	920
Hızlı yüzmek	1020
Kayakla yokuş yukarı gitmek	1120

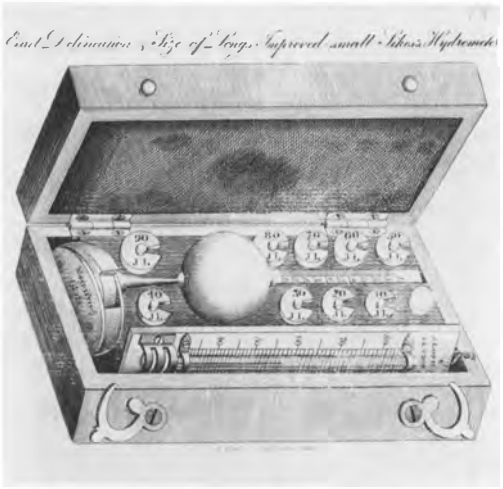


E sayıları. Çoğu gıda etiketinin üstündeki sınırlı alanda kullanılan E harfi, Avrupa'nın kısaltmasıdır ve doğal vitaminler de dahil, gıda katkı maddelerinin Avrupa Birliği'nce sistemleştirilmesini temsil eder. E sistemi, Codex Alimentarius komitesi tarafından belirlenen, Uluslararası Numaralama Sistemi (INS) temeline dayanır. Sözkonusu komite 1963'te, BM'nin Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından oluşturuldu. Ancak BM tarafından onaylanan INS katkı maddeleri E sayısı alabilir. Ana kategoriler şöyledir: E100-199 (renkler), E200-299 (koruyucular), E300-399 (antioksidanlar, asitlik düzenleyiciler), E400-499 (koyulaştırıcılar, dengeleyiciler, emülgatörler), E500-599 (pH düzenleyiciler ve ayırıcılar) ve E600-699 (lezzet arttırıcılar). Örneğin, bir antioksidan olan askorbik asit, C vitamini E300'dür ve lezzet arttırıcı monosodyum glutamat (MSG) da E621'dir.

Alkol İçeriği

Bir zamanlar resmi bira teftişçileri olan bira tadımcıları, kayıtlı tarihin en sıradışı profesyonel ölçümcü gruplarından biriydi. Bu kişiler, saygın devlet memurlarından çok, *Monty Python'un Uçan Sirki*'nden* karakterler gibi davranırlardı. Bir birahane sahibi yeni bir bira getirdiğinde tüm bira tadımcıları davet edilirdi. Bunun için birahane sahibi ilk katın penceresine bir çalı (İngilizcede *bush*) asardı (İngiliz publarında sıkça kullanılan *bush* adı da buradan gelir). Böylece davet edilen tadımcılar, üstlerinde deri şortlar veya kısa paçalı pantolonlarla birahaneye girerlerdi. Bu giysiler ölçüm aletlerinin bir parçasıydı. Ardından değerlendirilecek olan bira, bir bankın üstüne dökülür, bira ince bir tabaka oluşturduğunda ise tadımcılardan biri üstüne otururdu. Birkaç dakika bekledikten sonra yerinden kalkmaya çalışırdı. Eğer kolayca kalkarsa, biranın bir peni değerinde olduğunu ilan ederdi. Ama banka yapışacak gibi olursa, daha özel bir ağırlığı olan biraya, iki peni gibi daha yüksek bir değer biçilirdi. Ardından, tadımcı büyük olasılıkla birayı tatmaya davet edilir, sonra da gidip pantolonunu yıkardı!

İngilizlerin geleneksel damıtılmış alkol testleri ise çok daha iyi bilinir. Bir istihlak memuru içecekten alınan numuneyi az miktarda barutla karıştırır ve karışımı tutuşturmaya çalışırdı. Karışım hararetle yanarsa "normal derece üstü"; yavaş yanarsa 100 alkol derecesi; ve tutuşmazsa, normal altı kabul edilirdi. Test hiç şüphesiz sağlam ve tutarlı değildi ve sonraları testin yerini, hidrometrenin kullanıldığı özel ağırlık (yoğunluk) ölçümü aldı. (İsmini mucidi, Fransız kimyager Joseph-Louis Gay-Lussac'tan alan) hacim başına düşen yüzde mantığını temel alan, metrik alkol ölçüm sisteminde 100 alkol derecesi (proof) yüzde 57 alkole karşılık gelir. Saf alkol yaklaşık 175 alkol derecesine sahiptir, çoğu kanyak ise yaklaşık 70 derecedir ve yüzde 40 alkol içerir. Noel pudinglerinde tutuşmamalarının nedeni de işte budur.



Solda ve aşağıda: **Alkollü içeceklerin sertliğini ölçmeye yarayan hidrometreler. 1802'de, İngiliz İstihlak Kurulu daha iyi bir hidrometre tasarımı için yarışma başlatınca, yeni ürün, kurul çalışanlarından Bartholomew Sikes sayesinde doğdu. 1816'dan 1907'ye kadar Sikes Hidrometre Yasası resmi standardı belirledi. Sikes hidrometresi ise 1980'e kadar kullanımda kaldı. Standart versiyonda** (solda) **bir sıvı içi ağırlığı, on tane prinçten ağırlık ve bir cıvalı termometre vardı. İçkinin ya da arpa mayasının içine bırakılan** (aşağıda, ortadaki görüntü) **Sikes hidrometresi, dereceli gövdesi üstündeki sıfır işareti, sıvının yüzeyiyle eşitlenene dek öylece bırakılırdı. Sonra bir yandan eklenen ağırlıkları dönüştürmekte kullanılan tablolardan yararlanılırken, bir yandan da derece ölçülürdü.**

* BBC'de bir komedi programı (ç.n.).



Hava Kalitesi ve Polen Sayımı

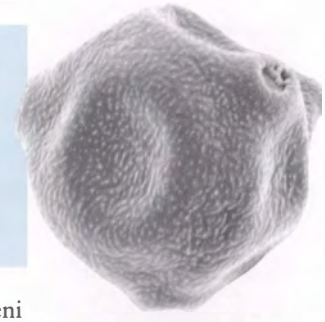
1952 tarihli Büyük Londra Sisi, kara ve demiryolu trafiğini durdumuş ve 4000 kadar kişinin yaşamını yitirmesine neden olmuştu. Böylesi belirgin türden bir kirlilik Avrupa ve ABD'de tarihe karışmış olabilir ama hava kirliliğinin -ister batıda olsun, ister Hindistan ve Çin'in Mumbai ve Pekin gibi mega-kentlerinde- tarihe karışmadığı bir gerçek. Bugün havada, çoğu araç egzozundan kaynaklanan, farklı tipte kirleticiler mevcuttur. Bunlar kömür ateşinden ve fabrika dumanından daha az görünür olsa da, eşit derecede zehirli, göz kaşıntısına, astım ve bronşit şikayetlerine neden olan maddelerdir. Ve elbette bilimciler artık onları daha iyi ölçebiliyor.

Özel kaygıya neden olan maddelerden biri, çapı 10 mikrometreden (10^{-5} m) az olan ve PM_{10} diye bilinen bir maddedir. Kütleçekiminden çok yağışla giderilen bu tür partiküller, ağır partiküllere kıyasla atmosferde daha uzun süre kalırlar. Daha da önemlisi, büyük partiküller genelde burun ve gırtlaktaki ince kıllar tarafından filtrelenirken, PM_{10} bronş ve ciğerlere yerleşebilir, $PM_{2.5}$ doğrudan ciğere girebilir, PM_1 veya daha küçükleri ($PM_{0.1}$ günümüz dizel motorlarının yaydığı tipik kurumdur) ise ciğerlerin alveolar bölgelerine nüfuz edebilir. Üstelik dizel kurum partikülleri yüzeylerinde kanserojen kimyasallar taşır.

Tane boyutu 15 ila 100 mikrometre olan (PM_{15-100}) çim ve ağaç poleni -belli mevsimlerde saman nezlesine yol açan etkenler- çok daha büyüktür. Polenler akciğere girmez ve yerçekimiyle hızla çekilir: Kapalı bir odada, taneciklerin çoğu 25 dakika içinde yere iner. Sorun yaratan polenler, üreme için böceklerden çok rüzgâra gereksinim duyan türlerden gelir. (Dolayısıyla arılara yapışan polenler saman nezlesine neden olmaz.) Bu türler büyük kısmı yok olduğu için, aşırı miktarda polen üretmek zorundadır. Dev paçavraotu yalnızca 5 saatte, 8 milyar polen taneciği salar.

Polen konsantrasyonu, çevre havasının ve taneciklerinin ince bir aralıktan geçirip emerek, bir silindir üstünde sabit hızla dönen yapışkanlı banda aktarılmasıyla ölçülür. Ardından yakalanan tanecikler mikroskopla sayılır. Elde edilen sayı, havanın bir metreküpü başına düşen polen taneciğine çevrilir ve düşük, orta, yüksek, çok yüksek biçiminde kamuya duyurulur. İngiltere'nin, rüzgârın her yönden polen taşıdığı iç kısımlarında, Haziran polen sayısı genellikle "çok yüksek" (150+) seviyesinin üstüne çıkar ve çoğu zaman 1000 ve üstüne erişir.

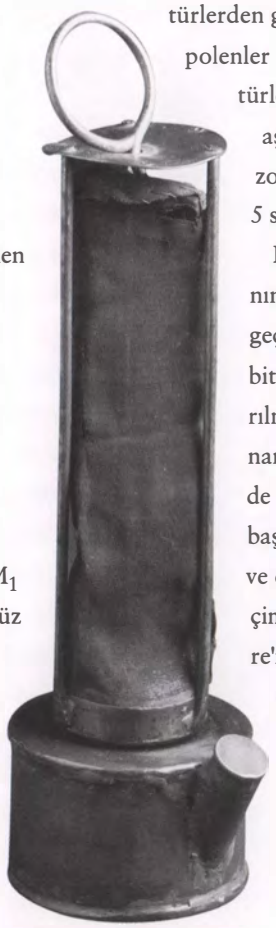
Seviye	Polen tanecik sayısı (bir metreküp havada)
Düşük	30
Orta	30-49
Yüksek	50-149
Çok yüksek	150 ve üstü



Yukarıda: **Yaklaşık 800 kere büyütülen, huş polen tanesi.**



Davy lambası diye bilinen, madenci güvenlik lambasını 1815'te icat eden, kimyager Sir Humphry Davy (1778-1829). Yeraltı kömür madenlerinde dönemin madenci lambalarının tetiklemesiyle oluşan (grizu diye bilinen) metan patlamaları büyük hasara yol açıyordu. Davy "çapı bir inçin sekizde birinden az olan küçük bir tüpün içinde gazın patlamayacağını" biliyordu. Bu nedenle Davy'nin tasarımında (solda) cam bacanın yerini, herhangi bir patlamayı engelleyecek kadar küçük delikleri olan, içine gazlı bez yerleştirilmiş silindir aldı.



Güneş Koruma Faktörü

Güneşe tapınma, başlangıcını bilmediğimiz bir tarihten beri var gibi görünüyor. Mısır firavunları tanrı Ra'nın oğulları olduklarını iddia ederlerdi. Fransa kralı XIV. Louis 17. yüzyılda kendisini Güneş Kralı diye tanıtmıştı. Platon en ulu anlayış düzeyini, değişmez gerçekleri güneşe benzetmişti. (İsminde geçen Rabi, Bengal dilinde "güneş" anlamına gelen) şair Rabindranath Tagore gökte yükselen güneşle ilgili şunları yazmıştı: "Işığı göstersin bizlere/aynı hacılık yolunda/yürüyen birbirimizi."

Tıbbi açıdan bedenlerimizin güneşe gereksinimi vardır, çünkü onun morötesi ışınlarından bir parça almazsak, kalsiyum metabolizması ve yeni kemik oluşumunda önemli rol oynayan D vitaminini sentezleyemeyiz. Bundan yüz yıl önce batının sanayi kentlerinde, günışığı eksikliğinden kaynaklanan vitamin eksikliği, bacaklarda şekil bozukluğuyla kendini belli eden raşitizm hastalığının yaygınlaşmasına neden olmuştu. Bugün doktorlar optimum D vitamini üretimi için sabah veya akşamüstü 15 dakika güneşte durmayı öneriyorlar.

Morötesi ışınlara daha uzun süre maruz kalmak kısa sürede güneş yanığına neden olur, (güneşe tapınmanın modern biçimi olan) uzun süreli güneşlenme ise güneş çarpması ve cilt kanserine yol açabilir. Açık tenli insanlar, ciltlerinde bronz ten biçiminde ortaya çıkan, koyu melanin pigmentinin gelişimiyle, kendilerini bir ölçüye kadar koruyabilirler, ama yapay cilt koruyucu kullanmadıkları sürece, bir-iki saat dışarıda kalmanın kaçınılmaz sonucu acı ve nihayetinde cilde zarar veren yanıklar olabilir.

Bilinen ilk güneşten koruyucu losyon, antik Yunanlar tarafından kullanılan zeytinyağıydı ve çok da etkili değildi. Güvenilir bir koruyucu losyonun geliştirilmesi ise 20. yüzyılı buldu. 1938'de, Alpler'e tırmanırken şiddetli güneş yanığına maruz kalan İsviçreli bir kimya öğrencisi bir "buz etkili krem" geliştirdi. Kremin numuneleri hâlâ mevcuttur ve yapılan testler kremin 2 faktörlük koruma sağladığını ortaya koyar. Diğer bir deyişle, bu kremi süren bir kişi güneşte yanık olmaksızın, kremi sürmediği halinin iki katı süre kalabilir. Çok sayıda askerin güneş yanığına maruz kaldığı İkinci Dünya Savaşı sırasında, bir eczacı, Vazelin'e benzer, petrol bazlı koyu kıvamlı bir ürün olan "red vet pet"i üretti. Ürünü önce kendi saçsız başında denedi ama sonuç yetersizdi. Modern güneş koruyucuları genellikle iki aktif içeriğe dayalıdır: UV'yi emen ve organik bir bileşik içeren (benzofenon gibi) kimyasal bir blok ve (titanyum dioksit ya da çinko oksit gibi) UV'yi yansıtan, fiziksel bir blok; birbirlerinden ayrı veya daha iyisi birleşik.

Piyasada satılan güneş koruma faktörleri (SPF) 30'a kadar çıkabilir, diğer bir deyişle ürünle korunan ve normalde 12 dakikadan sonra yanacak olan kişi, teoride güneş altında 30 x 12 dakika, yani 6 saat kalabilir. "Gün boyu koruma sağlayan, daha yüksek faktörlü olduğu iddia edilen kremler gerçeklik dışıdır. Ayrıca SPF ortalama bir değerdir: Gerçek koruma seviyesi kullanıcının cilt tipine, kremin ne kadar ve ne sıklıkta uygulandığına, kullanıcının aktivitelerinin (örneğin, güneşlenmeye karşı yüzme) koruyucuyu azaltıp azaltmadığına ve koruyucunun cilt tarafından ne oranda emildiğine bağlıdır.



Güneşe tapınma. Antik Yunanlar güneşe karşı korunmak için ciltlerine zeytinyağı sürerlerdi. Etkili güneş koruyucu losyonlar ise ancak 20. yüzyılda kimyasal olarak sentezlenebildi. Koyu ciltler (Yunancada "siyah" anlamında gelen melas sözünden türemiş) melanin pigmenti sayesinde, morötesi güneş ışınlarına karşı doğal olarak korunur. Ancak, cildi ne kadar koyu, kullandığı losyonun SPF'si ne kadar yüksek olursa olsun, kimse gün boyu güçlü güneş ışığı altında kalmamalıdır.

Tıbbi Reçeteler



Solda: **Reçete ilacını hazırlayan bir eczacı. 19. yüzyıl başlarına ait, A. Park imzalı bu karikatür "Halkın eczacılığa karşı beslediği muğlak hisleri dile getiriyor." (Roy Porter, *The Greatest Benefit to Mankind* [İnsanlığa En Büyük Fayda]). Kafatası ve kemiklere dikkat edin.**

Elle yazılmış doktor reçeteleri üzerine yapılan bir çalışmanın sonucunda bu reçetelerin ancak yüzde beşinin okunabilir olduğu ortaya çıktı; hastaların umduğundan biraz düşük bir rakam olsa gerek. Ama reçeteler hastalardan çok, ilacı hazırlayan ve reçeteyi genellikle yasal kayıt olarak saklayan eczacıları ilgilendirir. Eczacılar genellikle doktorların reçete yazım stillerini tanır, talimatları çözmeyi başarırlar. Elbette teoride doktorlar reçeteleri akıllı kart veya internet kullanan eczacılara elektronik olarak gönderebilselerdi, elle yazılı reçetelerden kurtulmak mümkün olurdu.

İster kağıt üstüne yazılsın, ister elektronik ortama, doktorların eczacılara ilaç miktarı, alım sıklığı, substrat (kapsül, merhem, sprey vb.), kullanım şekli (örneğin, yemekle birlikte veya değil) gibi çeşitli tedavi permütasyonlarına ilişkin bilgileri verebilmeleri için, reçetelerin daima olabildiğince açık ve standart kısaltmalara dayalı, özel bir dili olması gerekir. Tıp biliminde kullanılan dil, çok sayıda modern eklemeler ve ülkelere, sağlık kurumlarına ve hastanelere göre değişiklik gösteren biçimlerle birlikte, Ortaçağ Latincesine dayalıdır. Aşağıdaki tabloda en sık kullanılan terim ve kısaltmaların sadece bir kısmını görebilirsiniz.

Kısaltma	Latincesi	Anlamı
a.c.	ante cibum	yemeklerden önce
ad lib.	ad libitum	istenildiği kadar; herhangi bir ölçüde
alt. h.	alternis horis	iki saatte bir
b.i.d.	bis in die	günde iki kez
cap., caps.	capsula	kapsül
dieb. Alt.	diebus alternis	iki günde bir
ex aq.	ex aqua	suda
gtt(s)	gutta(e)	damla(lar)
h.s.	hora somni	yatmadan önce
M.	misce	karışım
m. et n.	mane et nocte	sabah ve akşam
noct.	nocte	gece
o.d.	oculus dexter	sağ göz
omn. oct	omni nocte	her gece
p.c.	post cibum	yemeklerden sonra
p.r.n.	pro re nata	gerektiğinde
pulv.	pulvis	pudra
q	quaque	her
q. 1h	quaque 1 hora	saat başı
q.d.	quaque die	her gün
q.i.d.	quarter in die	günde dört defa
s.a.	secundum artem	göz kararı; kendiniz muhakeme edin
s.o.s.	si opus sit	ihtiyaç olursa
syr.	syrupus	şurup
tab.	tabella	tablet
troche	trochiscus	pastil
ung.	unguentum	merhem

Hastalık Kuluçka Dönemi

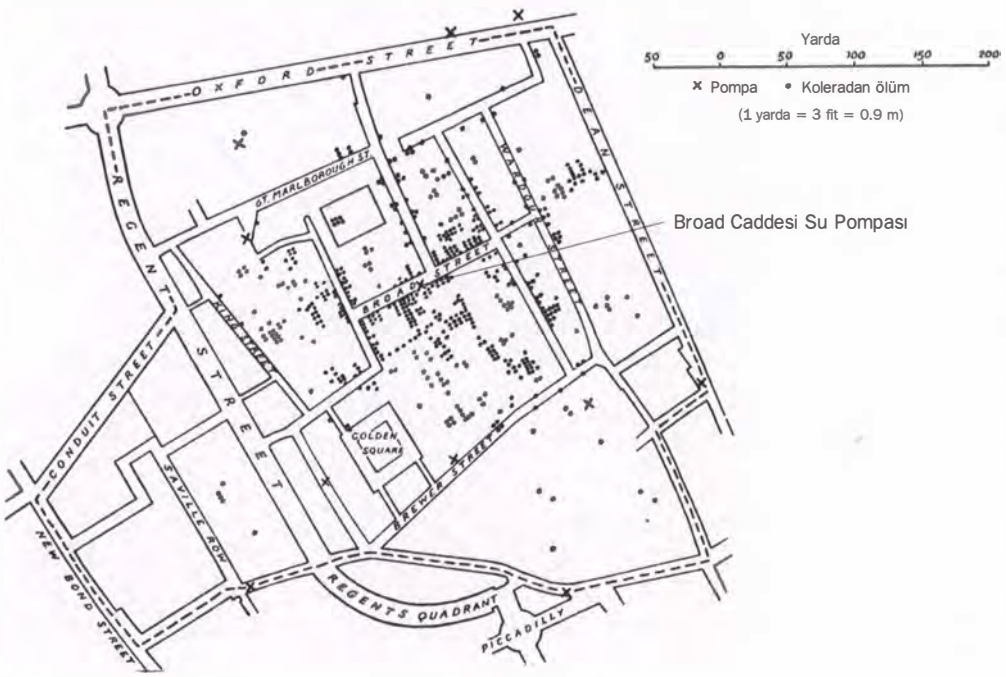
"Miyasma" *Oxford English Dictionary*'de şöyle tanımlanıyor: "*Arkaik*: Bulaşıcı veya zehirleyici buhar". Louis Pasteur'ün 1860'lardaki çalışmalarıyla, hastalıkların kaynağının bakteriler olduğu kabul edilene dek, miyasmaların -kötü kokular- bulaşıcı olduğuna inanılıyordu. İşin ilginci, Florence Nightingale'in bile 1910'daki ölümüne dek bu modası geçmiş görüşe tutunmasıydı. Bulaşıcılık, diyordu yazısında Nightingale, "Sıkıştırılıp, giysilerle, ürünlerle herhangi bir yere taşınabilen, mantar sporcuğu gibi belli bazı mikropların varlığını baştan kabul ediyor. Bu doktrinle ilişkili saçmalıklar saymakla bitmez."

Tüm bunlara karşın (Ortaçağ Fransızcasında 40 gün anlamında gelen) karantina uygulaması, Avrupa'da henüz 14. yüzyılın ikinci yarısında, Veba salgınından sonra başladı. Kırk günlük sürenin, hastalık belirtilerinin bir gemide veya bir yabancıda ortaya çıkması için yeterli olduğu farz ediliyordu. Bugün artık hepsi olmasa da, çoğu hastalığın kuluçka döneminin bundan oldukça daha kısa olduğunu biliyoruz.

Hastalıkların Ortalama Kuluçka Dönemleri

Kolera	1-3 gün
Grip	1-4 gün
Kızıl hastalığı	1-4 gün
Nezle	2-5 gün
Şiddetli Akut Solunum Yetmezliği Hastalığı (Sars)	10 güne kadar
Çocuk felci	7-14 gün
Kızamık	9-12 gün
Çiçek hastalığı	7-17 gün
Tetanoz	7-12 gün
Suçiçeği hastalığı	14-16 gün
Kabakulak hastalığı	14-18 gün
Kızamıkçık (Alman kızamığı)	14-21 gün
Kuduz hastalığı	2-6 hafta
Frengi hastalığı	2-70 gün
Varyant Creutzfeldt-Jakob hastalığı (vCJD)(tahmini)	50 güne kadar





Yukarıda ve sol altta: **John Snow (1813-58) ve onun 1854 tarihli Londra merkezli Soho'daki kolera ölümleri haritası. Bu haritayla birlikte epidemiyoloji biliminin temelleri atıldı. Parlak zekalı anestezist Snow, ölümlere yönelik son derece ayrıntılı araştırmalar yaptı, ölenlerin adreslerini Soho haritası üstünde belirledi ve belli bir seyrin varlığını ortaya çıkardı: Ölüm vakaları Broad Caddesi su pompasının etrafında toplaşıyordu. Snow'un talebi üzerine pompanın kolu çıkarıldı ve salgının hızı kesildi. İşin aslı, salgın zaten hız kesmeye başlamıştı ama Snow'un önlemi daha fazla sayıda kişinin yaşamını kurtardı. Uzun vadede daha da önemli olan, Snow'un hastalığın miyasmik değil, su kaynaklı olduğuna ilişkin inancıydı. Pompanın bağlı olduğu kuyu incelendiğinde ve yakındaki bir atık çukurundan gelen suyun buraya karıştığı ortaya çıkınca, Snow'un haklılığı doğrulandı. Çukurda bir kolera hastasının bezleri yıkanmıştı.**

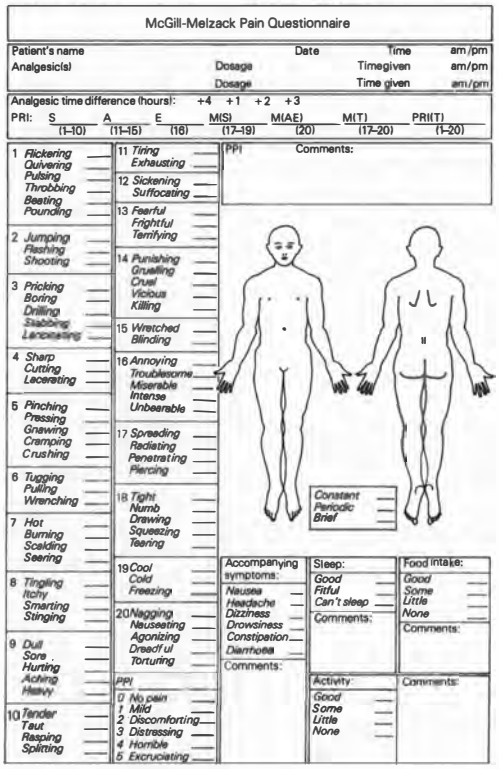
Ağrı

Ağrı tarihinin şaşırtıcı gerçeklerinden biri, 1800'de nitroz oksiti keşfeden Humphry Davy'den sonra bir veya iki nesil cerrahın, anestezinin diş hekimliği ve cerrahideki olası kullanımını gözardı etmiş olmasıdır. "Kloroform [1840'larda] ortaya çıktığında, ağrıyı dindirdiği için ahlak dışı olmakla ağır eleştiriye uğradı" diyor, *The Oxford Companion to the Body*. "Ağrı fiziksel bir bozukluk olarak değil, evrenin bir parçası olarak algılanıyordu."

"Ağrıkesici" adını alan ilk ilaç, 1853'te piyasaya sürüldü. Günümüzde ağrıyı düşününce, ağrı kesici öncesi dünyayı hayal etmek gerçekten çok zor. Çocukluğu 1960'ların sonuna denk gelen biri olarak, kimi zaman ağrı kesici verilmeden dişlerimi oydurduğum olmuştu. Şimdi ise iğneyi hiç geri çevirmiyorum. Acaba bedenim mi bir yetişkin olarak ağrıya karşı daha duyarlı hale geldi, yoksa bilimsel aşamalar mı yaşamın ağrısız olması gerektiğine beni ikna etti?

Ağrı veya acı hiç şüphesiz doktorların en sık karşılaştığı şikayettir. Ama fazlasıyla öznel olduğu için, ölçümü hayli zordur. Doktorlar uzunca bir süre hatalı bir şekilde acıya yalnızca incinmeden kaynaklanan bir kendini koruma mekanizması olarak yaklaştılar. Örneğin, dirseğinizi çarptığınızda ortaya çıkan acı, size bir daha çarpmamanızı anımsatır. Ancak, incinmenin çoğu zaman acısız, acının da incinmesiz gerçekleşebileceğini artık biliyoruz. Fizyolog Ronald Melzack ile Patrick Wall'un, *The Challenge of Pain* [Ağrının Meydan Okuması] adlı kitapta da sordukları gibi, "Neden acı ve incinme her zaman birbiriyle ilintili değildir?"

Narkotik ilaçlara yönelik bir çalışma için geliştirilmiş (yukarıdaki) anketi yanıtlayan hastalara, yirmi farklı sözcük grubunu kullanarak, ağrılarını tanımlamaları istendi. Her sözcüğe grup içerisinde bir değer atanmıştı ve değerlerin toplamı "ağrı derecelendirme endeksi"ni (PRI) oluşturuyordu. Bunun yanına bir de 0 (ağrı yok) ile 5 ("katlanılmaz derecede") arası bir ölçeği temel alan, "şu anki ağrı yoğunluğu" (PPI) bilgisi ekleniyordu. Anket ölümcül olmayan kanserden, diş ağrısına dek değişen sekiz hastalık belirtisine sahip kişilere yapıldığında, istatistiksel analizler, "her ağrı türünün farklı sözcük gruplarıyla tanımlanan, kendilerine özgü nitelikleri olduğunu" ortaya koydu (Melzack ve Wall). Örneğin, diş ağrısı için "zonklama" ve doğum sancısı için "kramp" gibi. PRI'lar 41'den (parmağın ameliyatla kesilmesi) 26'ya (ölümcül olmayan kanser) ve 16'ya (basit burkulma) kadar değişiklik gösteriyordu.



McGill-Melzack Ağrı Anketi. Her ne kadar ağrı öznel bir deneyim olsa da, hastaların dikkatli sorgulanması sonucu, belli bir dereceye kadar objektif olarak ölçülebilir. (Açıklama için metne bakınız.)

Stres Faktörleri

Fizik ve mühendisliğin ve belki de bitki biliminin dışında, stres ölçümünün üzerinde uzlaşılmış bir yöntemi yoktur. İnsani stresin ölçümüne yönelik tüm girişimlere bu nedenle temkin ve şüpheyle yaklaşılmalıdır.

Öncelikle belirtmek gerekir ki, stres ağrı gibi değildir: Mazoşistler dışında kimse ağrıyı hoş karşılamaz. Ama bir kişi için stresli olan bir aktivite veya durum, başka biri için eğlenceli ve dinlendirici olabilir. Örneğin, sınavlar, hitap konuşmaları ve tırmanma gibi sporlar. Kimi insan için zorluklar yaşamı anlamlı kılar, kimileri ise onlardan kaçar. Sıradan bir örnek vermek gerekirse, ben Londra'da yıllarca bisikletle seyahat ettim ve araç kullanıcılarının, diğer bisikletlilerin ve yayaların davranışına karşı ara ara sergilediğim öfke patlamalarına rağmen bisikletle gezmeyi rahatlığı, egzersiz sağlaması ve maliyeti gibi nedenlerden dolayı hep sevdim. Ancak, şehirde bisikletle dolaşmayı son derece stresli bulan çok sayıda insan tanıyorum.

İkincisi, stres konusunda hakemlik yapacak kişi kimdir? Stresli olduğunu söyleyen kişi mi, yoksa doktor veya psikolog gibi "tarafsız" bir profesyonel mi? Eğer bir çalışan stres duygusu yaşadığını bildirirse ve işveren bunun için geçerli bir neden göremezse, kim haklıdır?

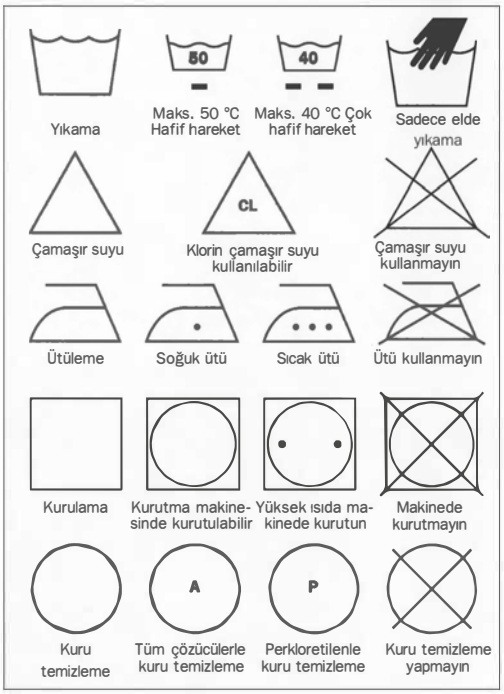
Üçüncüsü, bilimsel stres ölçümleri, örneğin, kamuoyu anketi ve kamu davranış araştırmalarından daha mı geçerlidir? Nabız atışı, hormonal salgılar ve beyin aktivitesi gibi fizyolojik bazı göstergeler çeşitli aletlerle kolayca ölçülebilirler ama zihinsel stres ile aralarındaki bağlantı net bir biçimde görülmeyebilir. Elbette poligrafların (yalan makineleri) da doğruyu söyleyenle yalan söyleyeni ayırt etme konusunda çok başarılı olduğu söylenemez.

Öte yandan insan büyük bir hastalığa yakalanmak, bebeği olmak, ev taşımak veya deprem ve savaş türü felaketler gibi birbirinden çok farklı stres türlerini, birbiriyle nasıl karşılaştırabilir? Peki ya sorun yaratan bir çocuk yüzünden eşle tartışmak gibi ani streslere ne demeli? Stres kaynaklarının çok çeşitli permütasyonları, stresin ölçümünü olanaksız kılar.

Eşin vefatı	100
Boşanma	73
Ayrılık	65
Hapis cezası	63
Yakın bir aile üyesinin ölümü	63
Kişisel incinme veya hastalık	53
Evlilik, nişan veya birlikte yaşama	50
İş kaybı	47
Eşler arası uzlaşı	45
Emeklilik	45
Bir aile üyesinin sağlığındaki değişiklik	44
Hamilelik	44
Cinsel sorunlar	39
Çocuk doğumu	39
Mali durumda değişiklik	38
Yakın bir arkadaşın ölümü	37
Farklı işe geçiş	36
Büyük miktarda kredi veya borç almak	31
İşte pozisyon yükselmesi ve düşürülmesi	29
Oğul veya kızın evden ayrılması	29
Eşin akrabalarıyla yaşanan sorun	29
Sıradışı kişisel başarı	28
Eşin işe başlaması veya işten ayrılması	26
Okul veya üniversiteye başlamak veya bitirmek	26
Patronla sorun yaşamak	23
İş saatleri veya koşullarında değişiklik	20
Ev taşımak	20
Okul veya üniversitede değişiklik	20
Boş vakit uğraşında değişiklik	19
Sosyal aktivitelerde değişiklik	18
Uyku alışkanlıklarında değişiklik	16
Yeme alışkanlıklarında değişiklik, örn. diyet yapma	15
Tatil	13
Noel	12
Küçük yasa ihlalleri	11

Stres faktörleri. Stresi tanımlamak çok zor olsa da, psikologlar, sağlık profesyonelleri, işverenler, dergi ve gazete editörleri, ve aslında hepimiz onu ölçmeye çalışıyoruz. Bu öyle önemli ve ilgi çeken bir konu ki, stresi anlamlı biçimde derecelendirme yolunda harcanan çabaların sonu gelmeyecek. Solda görülen bu 0-100 derecelendirme tablosu yalnızca tek bir profesyonelin değerlendirmesi; eksiksiz olduğu iddia edilmiyor ve fazla ciddiye alınmamalı. Stresin çok yönlü tabiatını böyle bir tabloya yansıtmak mümkün mü?

Tekstil ve Termal Değerler



Giysilerin üstündeki etiketler, kumaş ebadı (satın alım ülkesine bağlı olarak, emperyal, metrik veya başka bir sistemde) ve içeriğine ilişkin bilgi dışında, temizleme talimatlarını da verirler. Bunlar kimi zaman sözcüklerle belirtilse de, genellikle Uluslararası Bakım Talimatı Etiketleme Kodu'nun sembolleriyle gösterilir. Bu kodun beş temel sembolü (solda da görüldüğü gibi) beş ayrı işleme yöneliktir: Yıkama (küvet), çamaşır suyu tatbik etme (üçgen), ütüleme (ütü), kurulama (dikdörtgen) ve kuru temizleme (çember). Bunlara daha spesifik bazı talimatlar da eşlik edebilir: Yıkama sıcaklığını belirten, celcius dereceli sayılar ve yıkama hareketlerine yönelik yatay çizgiler, klorinli çamaşır suyunu ve farklı kuru temizleme kimyasallarını belirten harfler ve ütüleme ve kurutma sıcaklıklarını belirten noktalar. Daha az rastlanan kare şeklindeki semboller ise (burada gösterilmedi) "sıkmadan asarak kurutma", "asarak kurutma" ve "sererek kurutma"ya yöneliktir.

Çoğu yorgan etiketinde rastlanan işaretlerden biri "*tog değeri*/termal değeri"dir. Bu termal dayanıklılık birimi genelde 4.5 ile 15 arasını kapsar. Termal değeri kabaca yorganın kalınlığı ya da neyle doldurulduğundan bağımsız olarak, yorganın içindeki havanın miktarıyla orantılıdır. (Mükemmel bir yalıtıcı olan durgun hava genelde yorgan içi malzemesi hacminin yüzde 99'unu oluşturur.) 4.5 derecelik bir etiket, hafif yaz kullanımına işaret eder, 15 derecelik etiket ise -"süpersıcak artı"- merkezi ısıtması olan evler için gereksizdir.

"Tog" sözü, İngilizce argosunda giysiye verilen addır. Bu birim 1940'larda, Manchester'daki Shirley Enstitüsü'nün işçilerine kolaylık olması için icat edildi, 1960'larda ise genel kullanıma geçti. Bilimsel açıdan termal dayanıklılık, bir yalıtkan boyunca sıcaklık düşüşünün, yalıtkanın içindeki ısı akışına bölünmesi biçiminde tanımlanır. Bu nedenle SI sistemindeki termal dayanıklılık birimi, kelvin derecesi bölü metrekare başına düşen watt şeklindedir. Örneğin erkek takım elbise kumaşlarında 0.1'dir. Termal değeri ise, SI değerinin on katı biçiminde tanımlanır. Bu örnekte termal değeri 1'dir. Termal değer ölçeği logaritmik değil, lineerdir. Yani 15'lik termal değeri olan bir yorganın termal dayanıklılığı, 1 termal değerine sahip bir battaniyenin 15 katıdır. (Battaniyelerin termal değerleri de etiket üstünde anlaşılır şekilde belirtilebilmeleri açısından benzerdir.)

Bir battaniyenin termal değeri togmetre ile ölçülür. Bir numune elektrikli bir sıcak plaka aparatının üstüne yerleştirilir, aparat termokupl (ısıl ayrışım ölçer) ile ısı düşüşünü; ısıtıcının güç göstergesiyle de ısı akışını ölçer.

Giysi	Termal değeri
Gömlek kumaşı	0.7
İç çamaşırı	0.2-0.4
"Termal" iç çamaşırı	0.4-0.8
Takım elbise kumaşı	1.0
Kazaklar	1.0
Battaniyeler	1.0-2.0
Yorganlar	4.5-15

Yukarıda: **Giysilerin termal değerleri.**



Solda ve aşağıda: **Uluslararası Bakım Talimatı Etiketleme Kodu.**

10. Bölüm *Toplum*



Baba Pieter Bruegel'e ait *Temperance* [Ölçülülük] isimli tablo, 1560. Ölçüme yönelik yeni bir takıntı toplumu ele geçiriyor. Birisi, bir bölücü ve şakül ile bir sütunu ölçüyor, bir başkası dik açıyla bir sanat eserini, bir diğeri ise ucunda teker olan bir çubukla açıyı ölçüyor. Ortada, başında yaylı saat, ayağının altında değirmen bıçağı, bir elinde gözlük, diğer elinde ağza bağlı bir dizginle *Ölçülülük* görülüyor. Kemeri ise bir yılan. Tüm bunlar toplumun ölçüme karşı yeni yeni geliştirdiği saygının doğurduğu bir amaç ve özdenetim duygusuna işaret ediyor.

Takvimler

İster antik dünyanın Babil, Jülyen ya da Maya takvimi olsun, ister zamanımızın Gregoryen, İbrani veya Müslüman takvimleri olsun, tüm takvimler ya Dünya'nın Güneş'e göre hareketini, ya Ay'ın Dünya çevresindeki hareketini, ya da her iki hareketi temel alırlar. Takvimler yılı, ayları ve günleri belirleyen, sırasıyla mevsimlerin değişimini, Ay'ın evrelerini ve Dünya'nın dönüşünü takip ettiler. Bu nedenle de sözkonusu takvimler üç sorunla baş etmek zorundaydı: Ay'ın tam evresi 30 gün değil, 29.5 günden biraz kısadır; güneş yılı 360 gün değil, 365.25 günden biraz kısadır; ve güneş yılı 12 ay değil, 12.4 ay uzunluğundadır. Dünya ve Ay'ın hareketleri, bizim algıladığımız gün, ay ve yıl arasında tam sayılı oranlar oluşturmaz.

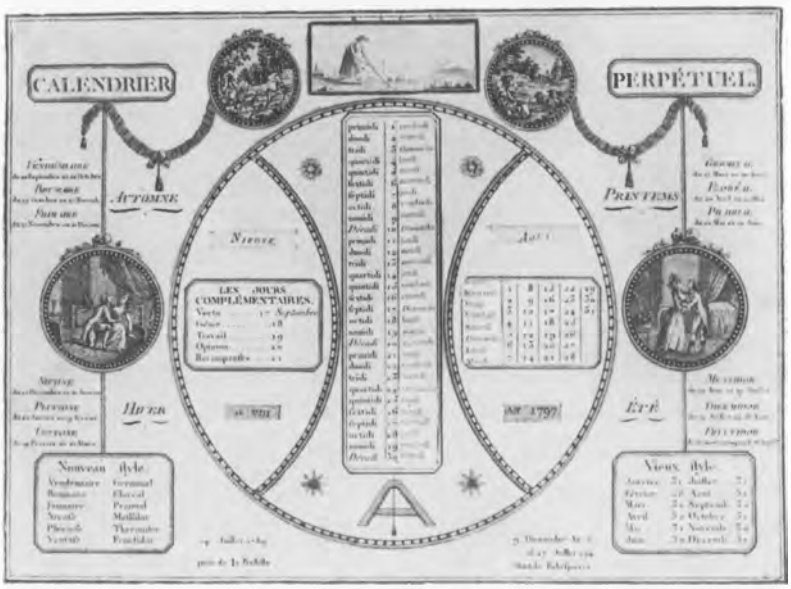
Takvimleri güneş yılına uydurabilmek için, artık yıllara -ekstra bir günü olan yıllar- gereksinim vardı. MÖ 46'ya, Jül Sezar'a dek giden Jülyen ("Eski Tip") takvimde, dördüncü yıl daima artık yıldı. Normal, ya da ortalama yıl (365 + 365 + 365 + 366) günlerinin toplamının dörtte biriydi ki bu da 365. 25 güne karşılık geliyordu. Ancak, güneş yılı aslında 365.2422 gün olduğundan, Jülyen takvim zaman içinde çok fazla gün biriktirdi ve güneş yılının gerisine düştü.

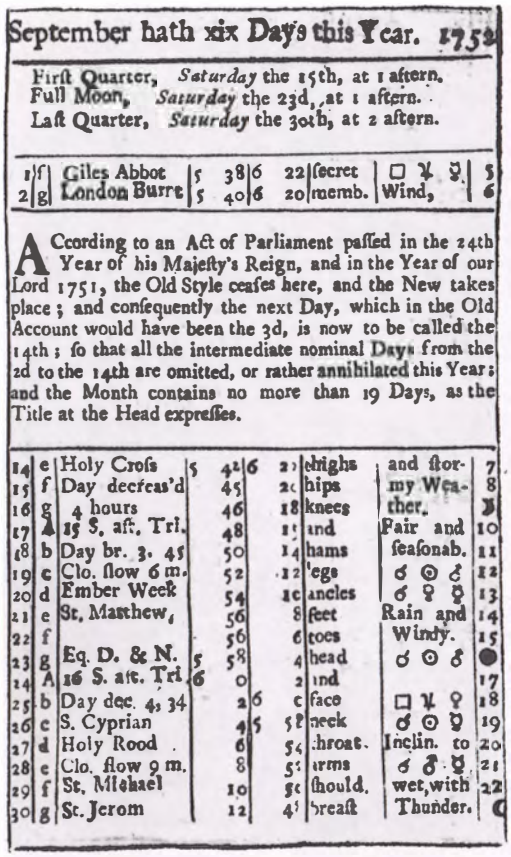
1582'de, Papa XIII. Gregory bir takvim reformuyla, "Yeni Tip" takvimi kullanıma soktu. Bu takvimle 10 günü atladı; Katolik Avrupa'sında 4 Ekim 1582'de sonraki gün, 15 Ekim'di. Ardından, ileride güneş yılının gerisine düşülmemesi için birkaç artık yılın da periyodik olarak eksiltilmesi gerekiyordu. Gregory'nin emrine göre yüzlü yıllardan (1600, 1700 vb.) yalnızca 400'e tam olarak bölünebilenler artık yıl olarak kabul edilecekti. Dolayısıyla 1600 artık yıldı, 1700, 1800, 1900 değildi ve 2000 artık yıldı; böylece her 400 yılda bir 3 artık gün ortadan kalkmış oluyordu. 2000 takvim yılı düşünüldüğünde, bunun anlamı (her dört yılda bir mantığını temel alan) normal 500 artık günden, 15 artık günün eksiltilmesiydi. Böylece geriye 485 artık gün kalıyordu. 485 gün, 2000 yıl içindeki 730,000 (2000 x 365) normal günle toplandığında, ortaya 730,485 gün çıkıyordu. Bu da yıl başına 365.2425 gün demekti ki, güneş yılından yalnızca 0.0003 gün fazlalık ortaya çıkıyordu. Sözkonusu fazlalık göz ardı edilebilecek bir miktardı.

Anti-Papacı İngiltere ve Galler'de (ve kolonyal Amerika'da), Gregoryen takvim uygulamasının 1752'ye dek ertelenmesi yüzünden, 11 gün atlanmak zorunda kalınmış, 2 Eylül 1752'nin ertesi, 14 Eylül olmuştu. 1752'den geriye giden günler için bu değişikliğin göze alınması gerekir.

Örneğin, Isaac Newton'un doğum yılı genelde 1642 olarak, ama bazen de 1643 olarak verilir

Fransız Devrimi döneminden *calendrier perpétuel*. Aslında takvim yalnızca on üç yıl kullanımda kaldı. Ekim 1793'te kullanıma girdi ve yıl II ile başladı ve yıl XIV'te Napolyon tarafından kullanımdan kaldırıldı. Napolyon 1806'nın 1 Ocak'ta başlayacağını ilan etti. Yeni takvim on günlük çalışma haftasıyla Fransa'da hiç rağbet görmediği gibi, Napolyon rejim için papalık meşruiyetini istiyor, Katolik kilisesi ise azizlerin gününü geri istiyordu. Takvimin ayları (1794'de giyotine gönderilen) şair-dramatist Fabre d'Eglantine tarafından adlandırılmıştı. Takvim her biri 30 gün olan 12 aydan oluşuyordu. Geleneksel 365 günlük takvimden eksik kalan 5 güne ise bir festival atanmıştı.





September hath xix Days this Year. 1752

First Quarter, *Saturday* the 15th, at 1 aftern.
Full Moon, *Saturday* the 23d, at 1 aftern.
Laft Quarter, *Saturday* the 30th, at 2 aftern.

1	f	Giles Abbot	5	38	6	22	ſecret	☐ ☿ ♃	5
2	g	London Burnt	5	40	6	20	memb.	Wind,	6

According to an Act of Parliament paſſed in the 24th Year of his Majeſty's Reign, and in the Year of our Lord 1751, the Old Style ceaſes here, and the New takes place; and conſequently the next Day, which in the Old Account would have been the 3d, is now to be called the 14th; ſo that all the intermediate nominal Days from the 2d to the 14th are omitted, or rather annihilated this Year; and the Month contains no more than 19 Days, as the Title at the Head expreſſes.

14	e	Holy Croſs	5	42	6	2	thighs	and ſtor-	7
15	f	Day decreas'd		45		2	hips	my Wea-	8
16	g	4 hours		46		18	knees	ther.	♃
17	A	15 S. aft. Tri.		48		1	and	Fair and	10
18	b	Day br. 3. 45		50		14	hams	ſeaſonab.	11
19	c	Clo. flow 6 m.		52		12	'egs	☌ ☉ ☍	12
20	d	Ember Week		54		10	ancles	☌ ♀ ☿	13
21	e	St. Matthew,		56		8	feet	Rain and	14
22	f			56		6	toes	Windy.	15
23	g	Eq. D. & N.	5	58		4	head	☌ ☉ ☌	●
24	A	16 S. aft. Tri.	6	0		2	ind		17
25	b	Day dec. 4, 34		2	6	0	face	☐ ☿ ♀	18
26	c	S. Cyprian		4	5	58	neck	☌ ☉ ☿	19
27	d	Holy Rood .		6		56	throat.	Inclin. to	20
28	e	Clo. flow 9 m.		8		54	arms	☌ ♂ ☿	21
29	f	St. Michael		10		52	ſhould.	wet, with	22
30	g	St. Jerom		12		50	breaſt	Thunder.	☾

çünkü Newton 25 Aralık 1642'de doğmuştu (Eski Tip) ki, bu da 4 Ocak 1643 olarak benimsenmişti (Yeni Tip). George Washington ise 11 Şubat 1732'de (E.T.) veya 22 Şubat 1732'de (Y.T.) doğmuştu.

1752 takvim değişikliğinde, İngilizlerin Papa'nın yaptırımına ve yaşamlarından 11 günün "kaybolmasına" karşı ayaklandığına inanılır. Ne var ki sözkonusu "takvim ayaklanmaları"na ilişkin güvenilir kanıtları araştıran tarihçi Robert Poole, bilinen festivallerin, özellikle de Noel'in ritmindeki bozulmadan bir miktar rahatsızlık duyulduğuna dair bilgi toplamış olsa da, ayaklanmaya ilişkin sağlam herhangi bir kanıta ulaşamamıştı. "Bu



dönemde çoğu insan zamanın kaydını takvimle değil, festivaller ve kutlamalarla tutuyordu. Günlük kullanımı hâlâ daha çok soylulara, tüccarlara ve profesyonel sınıflara özgü bir aktiviteydi." Takvim değişikliğinin ilk kez çok sayıda kişi tarafından fark edilmesi, kilisenin önceden 14 Aralık olan günde Noel'i ilan etmesiyle olmuştu. Kötü şöhretli "kayıp" 11 güne yapılan tek bariz atıf, William Hogarth'ın 1755 tarihli, hiciv niteliğindeki tablosunda görülüyordu. *An Election Entertainment* [Bir Seçim Şenliği] adlı tabloda Whig (liberal) parti yandaşı tarafından pataklanmış, yaralı bir adam, elinde bir Tory'den (muhafazakar) kaptığı "On Bir Günümüzü Geri Verin" yazılı bir pankart tutmaktadır. Ancak, bu tablo takvim ayaklanmalarını değil, 1752'de Oxfordshire'da yaşanan zorlu bir seçim gününü resmeder. O gün takvim reformu da önemli bir rol oynamış olabilir. Buna karşın 1752 almanakları, "kayıp" 11 güne neler olduğunu, tüm ayrıntısıyla açıklar.

Yukarıda: **William Hogarth imzalı, *An Election Entertainment* [Bir Seçim Şenliği] adlı tablo, 1755. Yaralı adamın ayağı altındaki pankartta, takvim reformuna atfen "On Bir Günümüzü Geri Verin" yazıyor.**

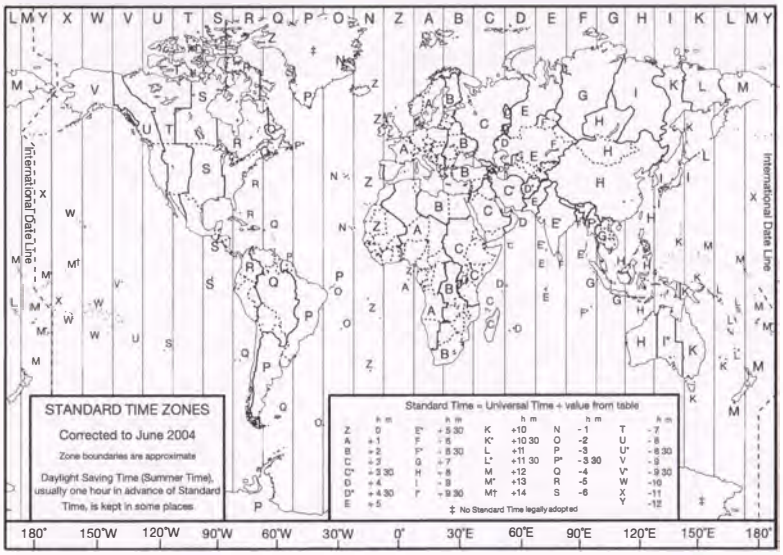
Solda: **İngiliz 1752 almanağı Jülyen (Eski Tip) takvimden Gregoryen (Yeni Tip) takvime geçişin nedenlerini açıklıyor. Eylül ayında yalnızca 19 (XIX) gün var.**

Saat Dilimleri

Greenwich Saati'nin (GMT) 1884'te belirlenmesiyle birlikte resmi uluslararası saat dilimleri ve tarih değiştirme çizgisi oluşturuldu. Pasifik'ten geçen bu hat Greenwich'teki başlangıç meridyeninden 180 derece uzakta yer alıyordu (şu anki hali aşağıda). Hattı geçen, doğu yönü yolcularının saatlerini bir tam gün geri, batı yolcularının ise bir gün ileri almaları gerekir. Bu gerçek Jules Verne'in *Seksen Günde Devrialem* isimli kitabının kahramanı, doğu yolcusu Phileas Fogg'u ünlü iddiayı kaybetmekten kurtarır. Saat dilimlerinin ve tarih değiştirme çizgisinin sınırları, ulusal kararları göz önüne alma amacıyla düzensizdir (bkz. harita). Kimi büyük uluslar, örneğin Hindistan ve Çin, ülke çapında tek bir saat kullanır, kimileri ise kullanmaz: Rusya'nın 11 saat dilimi vardır.

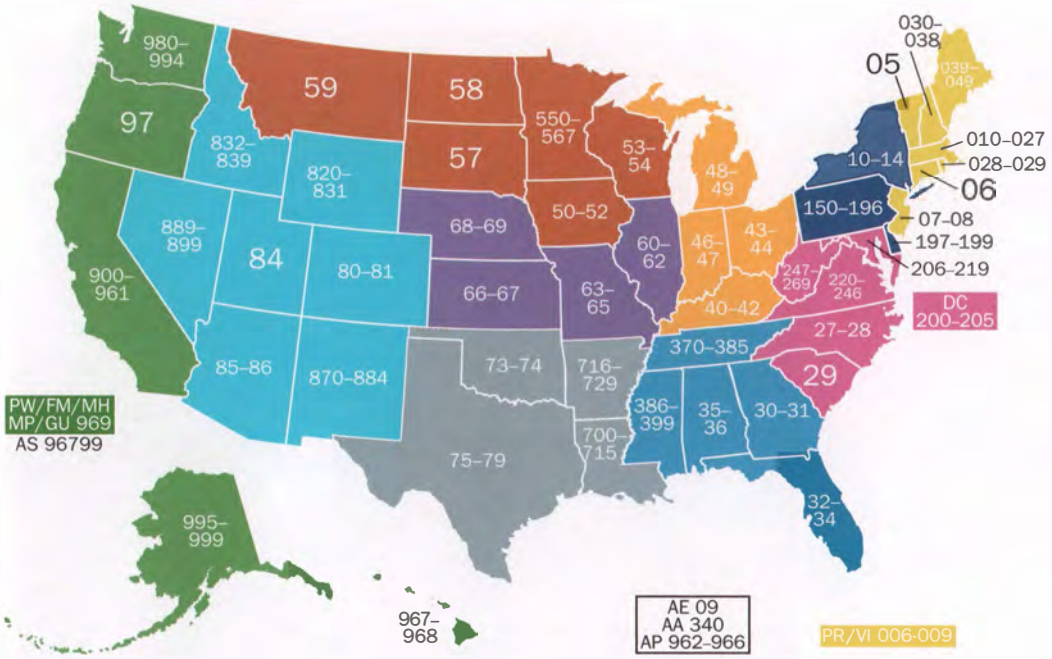
Günışığından tasarruf etmeyi amaçlayan Yaz Saati ilk kez Londralı müteahhit William Willett tarafından, 20. yüzyıl başlarında önerildi; Willett'a göre insanlar bahar ve yaz aylarında, erken günışığından yararlanabilmek için saatlerini bir saat ileri almalıydı. 1916, savaş dönemi ekonomisi bu öneriyi, önce Almanya ve Avusturya-Macaristan'da, sonra İngiltere'de gerekli kıldı. İngiliz Yaz Saati (BST) uygulaması İngiltere'de 1922'den beri uygulamada. Avrupa Birliği Antlaşması'na göre Yaz Saati Mart'ın son Pazar günü, sabah 01:00'da başlar ve Ekim'in son Pazar'ı, aynı saatte sona erer. (Arizona ile Hawaii arasındaki zaman diliminde yer alan Indiana'da olduğu gibi) ABD eyaletleri kendilerini uygulamalardan hariç tutabilse de, diğer ulusların çoğunun kendi günışığından tasarruf sistemleri vardır.





Yandaki İngilizce ifadelerin karşılığı:
STANDART SAAT DİLİMLERİ
Haziran 2004'e göre düzenlenmiştir
Dilimlerin sınırları yaklaşıktır
Bazı ülkelerde yaz saati (genellikle Standart Saatin bir saat ilerisi) uygulanır.
Standart Saat = Evrensel Saat + tablodaki değer
‡ Yasal olarak Standart Saat uygulanmayan yerler
International Date Line: Tarih Değiştirme Çizgisi

Posta Kodları



Posta kodu kuşakları. 5 basamaklı posta kodu ABD'de 1963'te, Kuşak Geliştirme Planı'nın bir parçası olarak ortaya çıktı. İlk basamak, 0-9, bir eyaletler grubunu temsil eder (bkz. harita); ikinci ve üçüncü basamaklar grup içindeki bir bölgeyi veya belki büyük bir şehri; dördüncü ve beşinci basamaklar ise daha spesifik alanları, örneğin küçük kasabalar veya şehir bölgelerini temsil eder. Dolayısıyla, New York City içinde, Staten Island ve The Bronx'un posta kodları sırasıyla 10300-10399 ile 10400-10499'dur. 0 ile başlayan en düşük posta kodları New England, Porto Riko ve US Virgin Islands'da; en yüksek kodlar ise California, Hawaii ve Alaska'dadır. Washington DC içi ve çevresindeki ABD idari makamlarının kodları, tam mahallerinden bağımsız olarak, 10100 ila 20599'la başlar. Sistem pek çok hata barındırdığı için 1983'te "Posta+4" veya "ek kodlar" diye bilinen, 9 basamaklı posta kodu devreye sokulmuştur. (Buna karşılık kıta Avrupa'sında daha çok 4 veya 5 basamaklı sistem kullanılır ve bu sistemde kimi zaman ülkeyi temsil eden bir harfle başlayan (örneğin Almanya / Deutschland için D) bölgeler ile alt bölgeler belirtilir. Türkiye'de uygulanan 5 rakamlı posta kodu sistemine göre, ilk iki rakam il plaka kodunu, son üç rakamsa o ilin sınırları içindeki dağıtım grubu ya da birimini gösterir.

Posta bölgeleri ve kodları nötr konular gibi görünebilir. Oysa ekonomik, toplumsal ve kültürel bir önemleri vardır. ABD'de 90210 (Beverly Hills, California) ile 02138 (Cambridge, Massachusetts) posta kodları, Hollywood filmleri ve Harvard Üniversitesi sayesinde adeta bir marka özelliği taşırlar. *National Geographic* dergisi belli bir posta koduna sahip bir topluluk hakkında, düzenli aylık makale bile yayımlamıştı.

Posta kodları 1941'de Almanya'da kısa bir süre kullanıma girdi ama ilk olarak İngiltere'de yerleşik kullanıma geçti. Rowland Hill'in kenti sınır çizgisiyle on bölgeye ayırmasının ardından, Londra 1857-58 numaralı bölgeleri almıştı. Sözkonusu bölgeler, EC (Doğu Merkez), WC (Batı Merkez), NW (Kuzey Batı), N (Kuzey), NE (Kuzey Doğu), E (Doğu), SE (Güney Doğu), S (Güney), SW (Güney Batı) ve W (Batı) idi. 1866'da yer ölçümcü Anthony Trollope'nin (romancı) yayımladığı bir raporun ardından, NE ile E bölgesi birleştirildi, ardından S de SE ve SW bölgesine ayrıldı. 1917'de, savaş sırasında, erkeklerin yerini dolduran kadın mektup ayırıcılara yardımcı olabilmek için Londra kazalarına bir seri numarası eklendi. Örneğin, Islington N1, Fulham SW6 gibi. Nihayet, 1959'dan 1970'lerin başına kadar, posta ayırma mekanizmasıyla mevcut posta kodları belirlendi. Sistemin ana ilkesi PO1 3AX posta koduyla açıklanabilir. PO1 kodu, PO bölgesini (ki bunlardan İngiltere'de 121 tane vardır) belirten dış kod ile Yöre 1'den oluşur (bir bölgede yaklaşık 20 posta kodu yöresi yer alır); 3AX kodu, Sektör 3'ü (bir sektörde yaklaşık 300 adres vardır) ve onun içindeki AX birimini (birim başına yaklaşık 15 adres düşer) belirten bir iç koddur. Bazı Londra posta kodları da dahil pek çok istisnası olsa da, genellikle İngiltere posta kodunun ilk bir veya iki harfi, örneğin Portsmund için PO gibi, tanımladığı bölgenin harflerine karşılık gelir.

Kamuoyu Yoklamaları

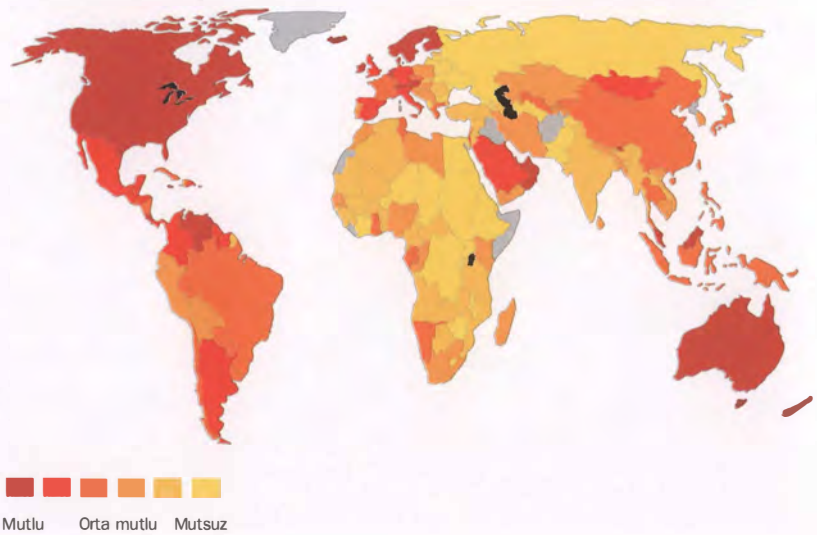
Kamuoyu yoklamaları, pazar araştırmaları ve toplumsal araştırmalar, politikacıların, ticari kuruluşların ve akademisyenlerin vazgeçilmez araçlarıdır. Tarihçi Theodore Porter, *Trust in Numbers*'da şöyle diyor: "Oy verme davranışına yönelik çalışmalar siyasal bilimlere, seçim yoklamaları üzerinden, pazar araştırmaları sayesinde girdi." Ama bu araştırmaların, elde edilen sonuçları tartışmalı kılabilen kimi zayıf yönleri de yok değil.

Karşılaşılan güçlüklerden biri, özellikle uluslararası çapta veri toplama işleminin maliyetli olması, dolayısıyla da örnek grupların kimi zaman yetersiz kalmasıdır. İkincisi, insanlar mantıken birbirine denk sorulara, farklı cümlelerle ve farklı sırayla yanıt verdikleri için, verilen yanıtların standartlaştırılması da zordur. Üçüncüsü, verilen yanıtlar abartılı veya yalan olabilir. Ulusal Kamuoyu Araştırma Merkezi'nce, Chicago Üniversitesi'nde Amerikalılar arasında kısa süre önce gerçekleştirilen bir araştırmada, yüzde 24-30'luk bir kesim en az haftada bir kez kiliseye gittiğini iddia etti. Ama araştırmacılar yanıt verenlerin tipik olarak yanıtlarını yüzde 70 kadar abartılı verdiklerini kaydettiler. Konunun hassasiyeti ne denli yüksekse, yanıt verenlerin gerçekleri gizleme olasılığı o kadar artar.

(Araştırmadan kişisel herhangi bir kaygıları olmayan profesyonel anketörlerin aksine) akademisyenler katı bir "kutuyu işaretleyin" yaklaşımı yerine, insanları kendi sözcükleriyle yanıt vermeye teşvik ederek, bu sorunların ikinci ve üçüncüsünü gidermeye çalışırlar. Ama bu incelikli yaklaşım, hem anketör hem de yanıtlayıcıdan daha fazla zaman talep etmenin yanında, yanıtların karşılaştırılmasını da zorlaştırır. Her şeye rağmen, akademik davranış araştırmaları yadsınamaz derecede ilginç sonuçlar verir: bkz. aşağıdaki dünya mutluluk haritası.

İnternet dünyası kamuoyu yoklamalarını araştırmacılar için daha ucuz kılmış olabilir ama daha güvenli kıldığı söylenemez. Ayrıca 2000 yılı ABD başkanlık seçimlerinde çoğu Floridalı seçmenin "delikli oy kağıdı"nda yaşanan fiyaskonun ardından alevlenen elektronik oylama tartışmalarını dindirmediği de şüphesiz. Elektronik oylama sistemi konusunda akademik bir yetkili olan Rebecca Mercury'ye göre,"Adil, demokratik bir seçim için, sayımların görünür, şeffaf biçimde yapılması, oy pusulasının hatasız kullanıldığının doğrulanması gerekir." Mercury ve diğerleri, adaleti garantilemenin tek yolunun, elektronik oylama makinesinin oylama esnasında bir kağıt kopya basması olduğunu düşünüyor. Seçmen bu kağıdı oyunu vermeden önce gözden geçirebilir, yetkililer de adayların sayısı birbirine yakınsa bu kağıtları yeniden sayabilir.

Aşağıda: **Dünya mutluluk haritası, 2006. Harita dünya çapında 80,000 kişiyi içine alan 100'den fazla çalışmanın analiz edilmesi ve bu verilerin Unesco, CIA, Yeni Ekonomi Vakfı, WHO, Veenhoven Veritabanı, Afrobarometre ve UNHDR'nin verileriyle birleştirilmesi sonucu ortaya çıktı. Derleyici, sosyal psikolog Adrian White, mutluluk ile sağlık arasında ve hemen ardından da zenginlik ile eğitim arasında güçlü bir ilişki olduğunu belirtiyor. Danimarka'nın 1 numarada durduğu mutluluk listesinin en tepesinde İskandinavya yer alıyor. ABD ise Almanya, İngiltere ve Fransa'nın önünde, 23. sırada yer alıyor. Asya ülkeleri, Çin (82.), Japonya (90.) ve Hindistan (125.) belki de şaşırtıcı şekilde alt sıralarda yer alıyor.**

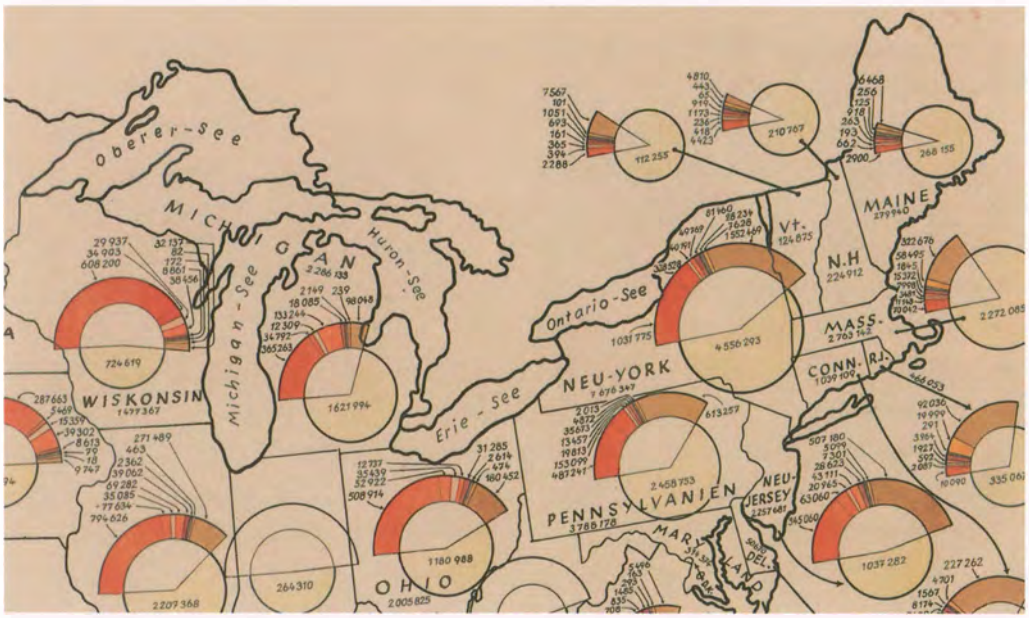


Nüfus Sayımları

Nüfus sayımları yapı itibariyle politiktir ve çoğu zaman da tartışmalıdır. Örneğin, Kral Davud "İsrail ile Yahuda'nın" ordu görevlileri tarafından sayılmasını emretmişti. Dokuz ay, yirmi gün sonra görevliler İsrail'de 800,000, Yahuda'da ise 500,000 "silah taşımaya uygun güçlü kuvvetli erkek" olduğunu bildirdiler. Bunun üzerine Davud yaptırdığı nüfus sayımının günah kabilinden olduğuna karar vererek, Tanrı'dan cezasını talep etti. Kendisine bir seçenek sunuldu: Her biri üç ay süren düşman tarafından kıtlık ve katliam ya da salgın hastalık. Davud salgını seçti ve 70,000 kişi yok oldu. Emsal teşkil eden bu İncil öyküsü 18. yüzyılda bile, İngiliz nüfus sayımı planlarına karşılık Parlamento'da alıntılandı.

İlk gerçek istatistiki analizin nedeni de salgın hastalıktı. Belli bir süre içinde gerçekleşen ölümleri bildiren "ölüm raporu" isimli belgeler 16. yüzyıl İngiltere'sinde, veba döneminde derlendi. 1603 salgınından sonra ölüm raporları, salgın olmasa da düzenli olarak yayımlanmaya başlandı. 1662'de, tacir John Graunt, ilk Londra nüfus tahminini (384,000) raporları belli varsayımlarla analiz ederek oluşturdu. Bu varsayımlara göre yıllık vaftiz sayısı, doğum oranına yakındı; 16 ile 40 yaş arası kadınlar iki yılda bir doğum yapıyordu ve ortalama aile birimi 8 kişiden oluşuyordu: Anne, baba, 3 çocuk ve 3 hizmetli veya pansiyoner.

Bugün Hint hükümeti kaplan sayımında hayli tartışmalı bir "ize dayalı sayım" yöntemi kullanıyor: Orman görevlileri bir iki hafta boyunca ulusal parkları dolaşarak, pençe izi arıyorlar. 2005'te resmi rakamın 16-18 olarak belirlendiği rezervlerden birinde, aslında hiç kaplan olmadığı ortaya çıktı. Bu izleyen protesto fırtınası hükümeti uzaktan kumandalı kamera kullanımını temel alan sayım yöntemini de uygulamaya sokmaya zorladı.



Nazilerin gerçekleştirdiği ABD "nüfus sayımı", 1940. Bu harita ABD nüfusunun Alman hükümetince yürütülen gizli analizinden bir bölümünü gözler önüne seriyor. Analiz 1930 tarihli ABD nüfus sayımını temel alıyor. Her bir daire, bir eyaletin beyaz göçmen nüfusunu, soylarının dayandığı ülkeye göre ayrıştırıyor; Alman, Avusturya, Hollanda ve Belçika kökenli olanların tamamı kırmızı bölümlerde yer alıyor. O dönemde Nazi fonları bu halklara aktarılıyordu. Amaç ABD hükümetinin Avrupa'daki savaştan uzak kalmasını sağlayacak baskıyı oluşturmak için sözkonusu halkların sadakatinden yararlanmaktı. Açıkça görüldüğü gibi Wisconsin Nazi propagandası için Massachusetts'ten çok daha fazla ümit vaat eden bir hedefti. "Kampanya Başkan Roosevelt'i zapt etme açısından oldukça etkili oldu" (Peter Barber, *The Map Book* [Harita Kitabı]). ABD 1941'in sonuna dek Avrupa savaşına katılmadı.

Kimlik, Gerçek ve Yalanlar



Kişinin kimliğini şüphe götürmez biçimde doğrulama konusu, medeniyetin başlangıcından bu yana sorun oldu. Mühürler kırılabilir, imzalar taklit edilebilir, fotoğrafların üstünde oynanabilir, bilgisayar şifresi kırılabilir. Asıl gerekli olan biyometrik bir göstergedir: Yani, kişiye özel, değiştirilemez, kolayca ölçülebilir bedensel bir özellik. Geçen yüzyıl içinde bu görevi parmak izi yerine getirdi.

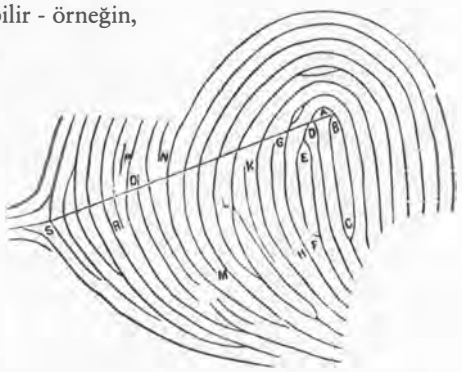
Parmak izlerinin özgünlüğü henüz 1684'te, Kraliyet Akademisi'nin yayımladığı dergide tespit edilmişti. 19. yüzyıl başında ise bir İngiliz gravürcü kuşlar üzerine yazdığı kitabı kendi parmak iziyle "imzalamış"tı. Ama parmak izinin yasal kimlik belirleyici olarak devreye girmesi 19. yüzyılın son on yılını buldu. Olay Avrupa'da değil, kolonyal Bengal'de, "Bir toprak parçası satın alan, aylığını teslim alan veya herhangi bir kontrat imzalayan herkesin ayırt edilmesini zorunlu kılan kolonyal sorunun akıl almaz boyutlara ulaşması" sonucu gerçekleşmişti, diyor Chandak Sengoopta, parmak izi tarihini anlatan kitabı *Imprint of the Raj*'da [Raj'ın Damgası]. Vekillik görevi yapan William Herschel parmak izi alım işlemini başlattı; Londralı bilimci Francis Galton parmak izlerini sınıflandırdı ve işe üç ana kategoriyle başladı: Kemerler, halkalar ve sarmallar; ve bir polis şefi olan Edward Henry tekniği ilk önce Bengal'de, sonra da Londra'da uygulamaya koydu. Henry, bunun için suç mahallinden alınan parmak izlerini, bilinen suçlulardan alınan parmak izleriyle eşleştirdi.

Peki parmak izi gerçekte ne derece güvenilirdir? Bir eşleşmeden ne kadar emin olabiliriz? İşin ilginci, bir yüz yıl boyunca, hiç kimsenin hata oranını belirlemeye kalkışmamasıdır. Ardından 1999'da, bir dava sonucunda hâkimin kararıyla Amerikan FBI'yı, parmak izi işlemini adli tıp açısından incelemek zorunda kaldı. Hazırlanan rapora göre hatalı eşleşme olasılığı fiilen sıfırdı. Ne var ki bu iddia ABD Ulusal Biyometrik Test Merkezi'nin direktörü tarafından reddedildi. Yakın zamanda elde edilen çeşitli kanıtlara göre parmak izi uygulaması, hiç şüphesiz son derece yararlı bir kimlik belirleme yöntemi olsa da, mahkemelerin genellikle benimsediği kadar da tartışılmaz derecede ikna edici değil.

Yakın gelecekte parmak izi işleminin dışında bazı biyometrik yöntemler de gündelik yaşamın bir parçası haline gelebilir. DNA'ya dayalı profilleme şimdiden uygulamada (bkz. sayfa 177-8), bunu iris tespiti izleyebilir - örneğin, bankamatikten para çekerken, bilgisayara girerken, bir binaya girerken veya havaalanında göçmen kontrolünden geçerken. İnsan gözünün irisinin, (yüzlerin aksine) taklit edilmesi veya değiştirilmesi olanaksız, kendine özgü bazı



19. yüzyıl sonunda, parmak izlerini ilk kez sınıflandıran bilimci Sir Francis Galton, (1822-1911). Galton'un yöntemleri ilk önceleri 1897'de, Bengal'de, cinayet zanlılarının kimlik tespitinde suç kanıtı sağlama amacıyla kullanıldı. Cinayet odasında bulunan bir parmak izi, bir polis dosyasındaki parmak iziyle eşleştirildi (aşağıda). Ne var ki parmak izi kanıtına yönelik son araştırmalar arada bir de olsa hatalı sonuca ulaşılabileceğini gösteriyor.



belirleyici pigmentasyon özellikleri vardır ve bunlar da taranıp, dijital ortama aktarılabilir. Belli bir iris şekli, özgün ve belirleyici bir nümerik koda dönüştürülebilir ve veritabanına bağlı bir kamera kişiyi bu bilgilere göre tanıyabilir.

Ama poligraf ve yalan makineleriyle yaşanan bazı deneyimler, yeni biyometrik yöntemlerin kullanıma geçirilmesinde temkinli davranmanın gerekliliğini ortaya koyuyor. Yalan makineleri onlarca yıl önce ortaya çıktılar ve ABD hükümeti tarafından bolca kullanılıyorlar. Ne var ki bu makinelerin gerçekten işe yarayıp yaramadığı konusunda psikologlar arasında bir uzlaşıya varılabilmiş değil. Bu makinelerin amacı ilk başta kişinin nefes alıp verişini, tansiyonunu ve elektrodermal tepkilerini, yani sorgulama sırasında terin avuçiçi elektrik iletkenliğinde yarattığı değişimi ölçmekti. Şimdi işin içine, büyük beklentiler uyandıran MRI beyin taramaları da girdi. Teoride tüm bu ölçümler sırasında masum biri, bir kontrol sorusunu yanıtlarken (örneğin, "Bir beladan





kurtulmak için yalan söylediğiniz oldu mu?) aktivitede artış gözlenmesi, ama doğrudan suçlamayla ilgili bir soruyu yanıtladığında artış gözlenmemesi gerekiyordu. Öte yandan ikinci türden bir soru elbette suçluları rahatsız edecek, beden ve beyinlerinde aktivite artışı tespit edilecekti.

1976'dan bu yana çeşitli bilim dergilerinde yayımlanan, yalan makinesi üzerine dört ayrı çalışma yukarıdaki teoriyi desteklemiyor. Masum insanların da "aldatıcı" görülmesi, en az suçlular kadar kolay. Beyin aktivitesinde aldatmayla ilişkili kimi incelikli değişimler gerçekleşse de, bu tür veriler bireylere uygulandığında değil, fakat çalışma gruplarına uygulandıklarında anlam kazanıyor. Amerikalı psikoloji profesörü David Lykken, poligraf testinin "doğruyu söyleyene karşı son derece önyargılı" olduğunu düşünüyor ve "Yalan makinesi efsanesini, bilgisayarın gizemiyle evlendirince, ABD istihbarat bulgularını tehlikeye atan ve onurlu insanları kurban durumuna düşüren birtakım efsanecikler türedi" diyor.

Yukarıda: **İnsan gözünün irisi; 21. yüzyılın parmak izi mi? Ancak, iris tanıma yönteminin önemli bazı dezavantajları var. Çok sayıda insanda göz kapağı sarkıklığı, şaşılık, tembel göz ve iri gözbebeği vardır ki, tüm bunlar bilgisayarlı tanıma işleminde zorluk yaratır. Hatta 75,000'de 1 kişide rastlanan aniridi durumunda, kişinin irisi yoktur. Üstelik herkes, zaman içinde değişebilen iris görüntüsünü nasıl güncelleyebilir?**

Irk

Einstein 1919'da dünyaca ünlendiğinde, Yahudi İnançlı Alman Vatandaşları Merkezi Derneği adlı bir gruptan bir çağrı aldı. Yanıtı şöyleydi: "Ben ne Alman vatandaşıyım, ne de içimde 'Yahudi inancı' diye tanımlanabilecek bir şey var. Ama bir Yahudiyim ve her ne kadar onları Tanrı'nın seçilmişleri olarak addetmesem de, Yahudi halkına dahil olmaktan dolayı memnunum." İnanç sahibi olmayan Einstein Yahudilere "kabile dostları" diye hitap etmekten hoşlanırdı. Cesurca ırkçılığa saldırmış olsa da, Einstein bile kabile ve ırk gerçeğini tanımıştı.

Irk çalışmalarının ilk yılları lekeliydi. Irkların fizyonomisini ölçen antropologlar, biyoloji, zeka ve kültür arasında ırka dayalı ilintiler kurmaya çalışmışlardı. Bu çalışma, genetikte yaşanan gelişmelerle birlikte öjenik görüşünün önünü açtı; yani, uygunsuz olanların sterilize edilmesi yoluyla, ırkların geliştirilmesi. Sterilizasyon İskandinavya ve Kanada'nın belli bölgeleri ile ABD'de 1970'lerin başına dek devam etti.

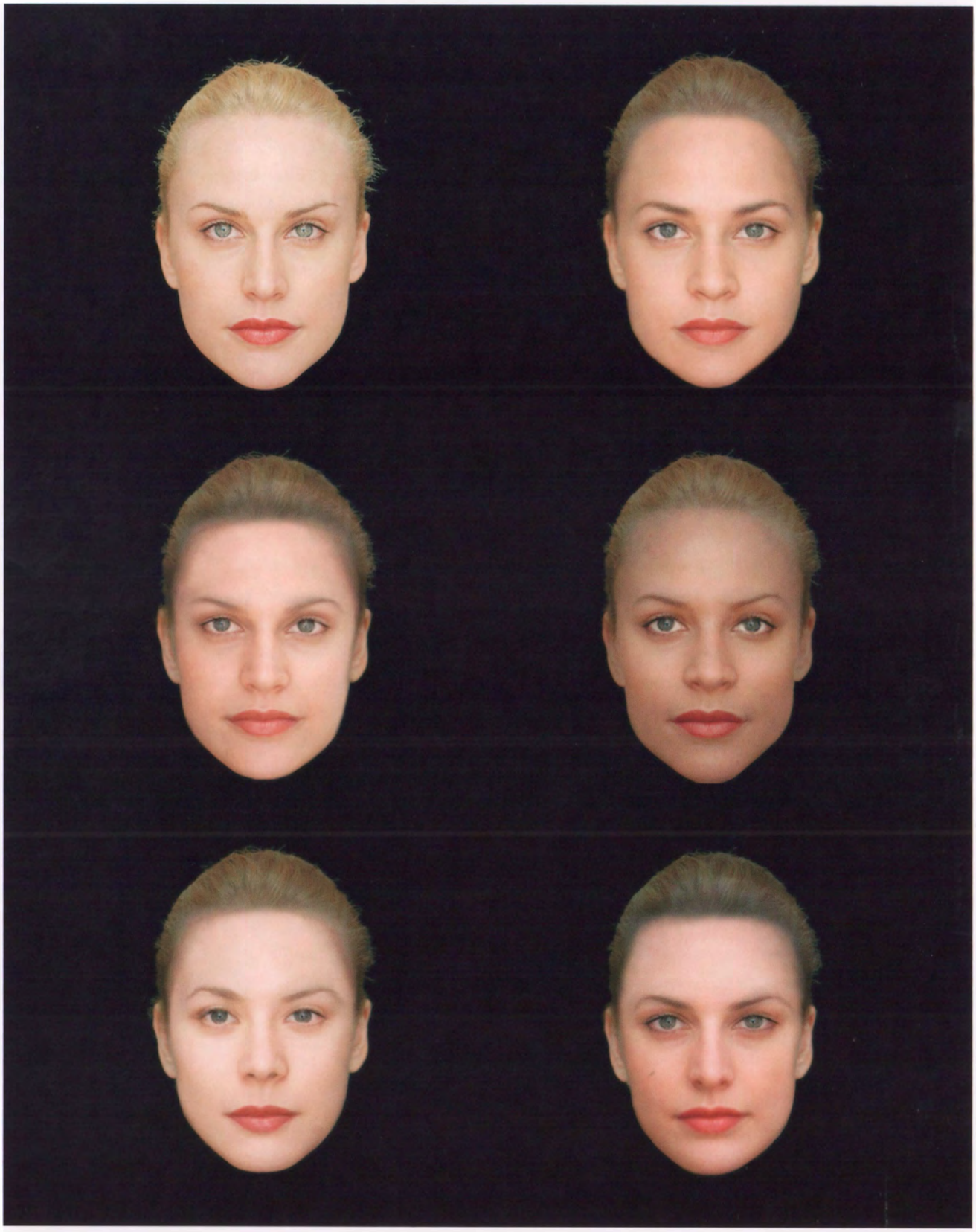
Dolayısıyla 2003'te ırk konusunu ele alan *Scientific American* dergisinin editörleri, ihtiyatla şu soruyu sormuşlardı: "Irk diye bir şey var mıdır?" Yanıtı da hemen vermişlerdi: "Eğer ırk genetik olarak birbirinden ayrı gruplar biçiminde tanımlanıyorsa, hayır. Ama yine de araştırmacılar bireyleri, tıbbi ilişkiye göre sınıflara ayırmak için bazı genetik bilgilerden yararlanabilir."

Irk konusunda son bulgular insan genomunun dizilimine yönelik çalışmalardan geliyor. Sahraaltı Afrika, Asya ve Avrupa doğumlu 565 kişinin genetik yapısını inceleyen Michael Bamshad, şöyle diyor: "Genetikçiler, gruplararası ilişkinin derecesini belirleyebilmek için DNA'daki, özellikle de DNA'nın yapı taşı olan baz çiftlerinin dizilimindeki küçük varyasyonlara, yani polimorfizmlere bakarlar. Bunların çoğu, DNA'nın protein yapımına ilişkin bilgileri kodlayan kısmı olan genlerin içinde gerçekleşmez... Belli bir özelliği etkilemediklerinden, bu yaygın varyasyonlar nötrdür. Ne var ki bazı polimorfizmler, genlerin içinde oluşur; işte bunlar özelliklerde varyasyonlara ve genetik hastalıklara neden olabilirler."

Alu adıyla bilinen bir polimorfizm sınıfı, çağlar boyu nesilden nesile değişmeden aktarılır. Eğer aynı *Alu* dizilimi, iki farklı insanın aynı genom noktasında görülürse, bu kişilerin ortak bir atası vardır ve birbiriyle bağlantılı bir gruba aittirler. Genetik numunelerden tüm belirleyici etikleri (köken ve bildirilen etnik özellik) ortadan kaldıran Bamshad ve çalışma arkadaşları, yalnızca *Alu* polimorfizmlerini analiz ettiler ve 4 farklı grubun varlığını keşfettiler. Ardından etiketleri yeniden eklediler ve gruplardan ikisinin tamamen Sahraaltı Afrika'dan geldiğini (gruplardan biri neredeyse tamamen Mbuti Pigmeleri'nden geliyordu), diğer 2 grubun ise yalnızca, sırasıyla Avrupa ve Doğu Asya'yı içerdiğini gördüler. 60 kadar *Alu* polimorfizmi, birey ile kıta kökenini yüzde 90 doğruluk oranıyla eşleştirmeye yetiyordu; yaklaşık yüzde 100'lük doğruluk oranı içinse, 100 adet gerekiyordu.

Elbette ortak polimorfizm demek her şey demek değil. Kişinin tüm genomu göz önüne alındığında, farklı ırk üyeleri arasında olduğu kadar aynı ırk üyelerinin arasında da değişiklik olabildiği açıkça görülür.

Arka sayfa: **İnsan Irkı Makinesi. Irk tenin ötesinde bir yerde mi? Arka sayfadaki fotoğraflar Amerikalı sanatçı Nancy Burson tarafından, beyaz bir kadının fotoğrafı temel alınarak, farklı ırksal özelliklerin eklenmesi ve çıkarılmasıyla yaratıldı. Amaç kadının farklı bir ırk üyesi olması durumunda nasıl görüneceğini göstermek. Makinenin önünde oturarak, insanlar kendi yüzlerinin haritasını çıkarabilir, ona denk bir "ırk" seçebilir ve yeni görünümlerine göz atabilirler. Burson'un kendisi şunu özellikle vurguluyor: "Tek bir ırk vardır, insan ırkı... Irkın geni yoktur."**



Askeri Rütbe



Şu anki İngiliz ordu subayları rütbe işaretleri 1. Mareşal, 2. General, 3. Korgeneral, 4. Tümgeneral, 5. Tuğgeneral, 6. Albay, 7. Yarbay, 8. Binbaşı, 9. Yüzbaşı, 10. Üsteğmen, 11. Teğmen. (Mareşal rütbesi şu an askıda).

MÖ 2. binyılda, Antik Mısır ordusunda rütbeler vardı, tıpkı antik Yunanlarda olduğu gibi. Ama askeri rütbeyi ilk kez resmileştirenler antik Romalılardı. MÖ 1. yüzyıl başlarından itibaren, bir lejyon -6000 erkek- lejyon kumandanı tarafından komuta edilir, onun hemen altında da 6 tribün yer alırdı. Tribün, her biri altı bölükten (century) oluşan 10 piyade taburuna ayrılır, bölükler ise 60 ila 160 lejyonerden oluşurdu. Bölük kendi içinde 8 lejyonerlik mangalara (*contubernia*) ayrılırdı. Bölük, bir bölük komutanı (centurion) tarafından yönetilir, onun altında ise astsubaylar yer alırdı.

İngiliz dilinde bugün kullanılan askeri rütbeler Rönesans dönemi paralı asker rütbelerinden (örneğin, *corporal*/onbaşı, *sergeant*/çavuş, *captain*/yüzbaşı ve *general*/general), Napolyon savaşları döneminden (*colonel*/albay, *lieutenant*/teğmen, *major*/ binbaşı ve *marhsal*/mareşal) ve İkinci Dünya Savaşı'ndan (radar subayı gibi uzman rütbeler) gelir.

Silahlı kuvvetlerin çoğu subaylardan (rütbelerine göre devlet yetkisi taşıyan general, albay vb.), astsubay (çavuş, onbaşı, erbaş ve diğerleri) ve kumanda yetkisi olmayan rütbelerden (er, deniz eri, denizci vb.) oluşur. Yine tüm silahlı kuvvetler, Sovyet Kızıl Ordu 1918-35, Çin Halk Kurtuluş Ordusu 1965-88 ve Arnavut Ordusu'nda 1966-91 olduğu gibi ideolojik deneyim dönemleri hariç rütbelerden bir şekilde yararlanırlar. Bu örneklerin her biri, operasyonel zorluklarla karşılaştıktan sonra rütbeleri nihayetinde geri getirdiler.

İkinci Dünya Savaşı'nda Üst Rütbeler

Almanya*	Japonya	İngiltere	ABD	SSCB
Mareşal	Mareşal (onursal)	Mareşal	Ordu Generali	Sovyetler Birliği Mareşali
Orgeneral	General	General	General	Ordu Generali
Piyade, Topçu İstikham vb. Generali	Korgeneral	Korgeneral	Korgeneral	Orgeneral
Korgeneral	Tümgeneral	Tümgeneral	Tümgeneral	Korgeneral
Tümgeneral	yok	Tuğgeneral	Tuğgeneral	Tümgeneral

* Wehrmacht rütbesi (SS ve Waffen SS'in rütbeleri farklıydı)

Silah Kalibresi

Mısır anıtsal hiyeroglif yazılarında, kraliyet isimlerini çevreleyen ve öne çıkaran çembere, Napolyon ordusunun askerleri kartuş derdi, çünkü bu halka onların gözüne, Fransızcası *cartouche* olan cisim gibi görünüyordu. Fransızcada bir kartuşun çapı *calibre* diye bilinir ki, bu sözcük de İngilizceye adapte edilmiştir. Sözcüğün kökeni İtalyancadaki *calibro*'dan veya İspanyolcadaki *calibre*'den geliyor olabilir. *Calibre* sözcüğü İspanyolcaya Arapçadaki "kalıp" anlamına gelen *kalib* kelimesinden ve nihayetinde antik Yunancadaki ayakkabı kalıbı anlamına gelen *kalapous*'dan geçer. Tüfek namlularının bir zamanlar yarım daire biçimli bir örsün üzerinde dövülen demirden yapıldığı düşünülürse, bu akla gayet yatkındır.

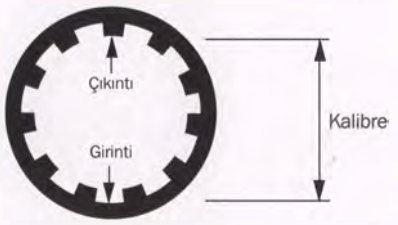
Büyük silahların kalibreleri -ağır silahlar- geçmişte projektilin dış çapına veya namlunun iç çapına göre değil, top mermisinin ağırlığına göre belirtilirdi. Dolayısıyla, bir top "12 paundluk" veya "16 paundluk" biçiminde nitelenirdi.

Benzeri bir durumla, çifte kalibresinin "namlu içine" (*bore* veya ABD'de *gauge*) göre belirlenmesinde de karşılaşılır. 12 *bore* veya 12 *gauge*'lik bir çiftenin eskiden anlamı, 12 paund ağırlığında mermiler atmasıydı. Bu durumda 16-*bore*'luk bir çifte, *bore* sayısı daha yüksek olsa da, 12 *bore*'dan daha küçük mermi atıyordu ve daha düşük kalibreliydi. Yani *bore* sayısı ne kadar küçükse, *bore* veya *kalibre* o kadar büyüktü. Ama günümüzde çifte mermileri küre şeklinde olmadığından, *bore* ile mermi ağırlığı arasındaki doğrudan ilişki artık geçerli değil ve çifte kalibreleri de, yukarıda görüldüğü üzere, tıpkı diğer silahlar gibi belirleniyor.

Bore	İnç	milimetre
8	0.835–0.860	21.2–21.8
10	0.775–0.793	19.6–20.1
12	0.729–0.740	18.5–18.8
16	0.662–0.669	16.8–17.0
18	0.637	16.2
20	0.615	15.6
24	0.579	14.7
28	0.550	14.0
32	0.526	13.4

Tabanca ve revolver kadar diğer av silahlarının da inç ile (veya Avrupa'da mm ile) ölçülen benzer kalibreleri vardır. Örneğin - İngiltere'de genellikle "iki-iki" diye anılan- .22 (ABD'de "yirmi iki"). Silahlı kuvvetlerde, Nato'nun 1949'daki kuruluşundan bu yana, milimetreyle belirtilen kalibre, hemen hemen tüm batı uluslarında standart haline gelmiştir. Ama büyük kalibreli silahlardan halen kimi zaman hem inç, hem mm ile söz edilir. Örneğin, "4 inçlik havan topu."

Ayrıntı vermek gerekirse, kalibre bu silahlarda namlu iç çapı değildir, çünkü bu silahların namluları genellikle "yivli"dir. Diğer bir deyişle, stabilite sağlamak için mermiyi kavrayan ve döndüren spiral bir yivleri vardır. Bu nedenle de namlunun kesiti şöyledir:



Girinti ve çıkıntılardan oluşur. Kalibreyi çıkıntılar arasındaki daha küçük namlu iç çapı belirtir.

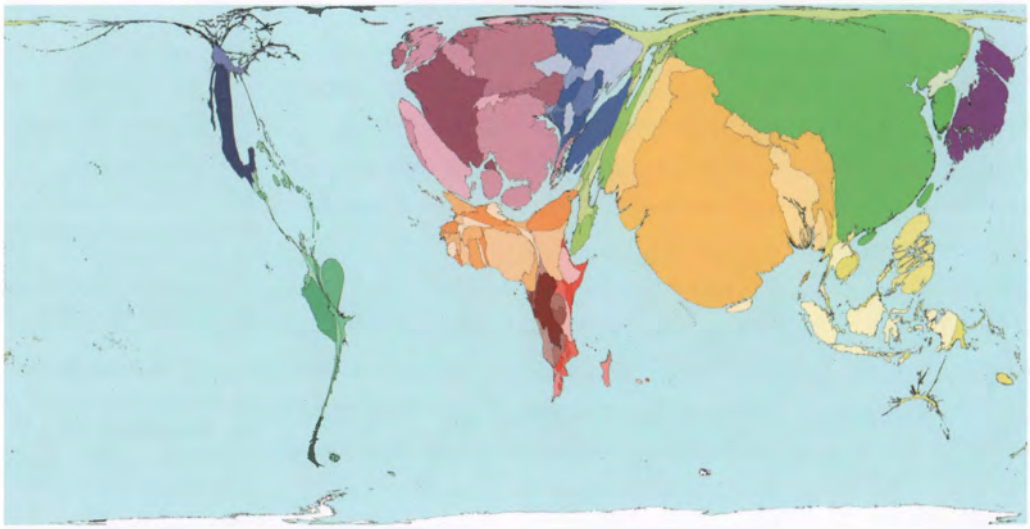


Yukarıda: **Gülle mermisini ölçmeye yarayan pergeller. Bu pergeller Amerikalı devrimci lider Bostonlu Paul Revere tarafından bronzdan yapılırdı.**



Yukarıda: **Smith & Wesson yapımı, "Magnum 44" revolver. Bu, *Kirli Harry*'nin sert polis kahramanı Harry Callahan'ın tercih ettiği silahtı. 0.44 kalibre.**

Ekonomi



1500'de varlık durumu. Bu haritadaki her ülkenin yüzölçümü, 1500'deki gayri safi yurtiçi hasılası (GSYİH) ile orantılı. Hasıla, 1990 fiyatlarıyla, satın alma gücü paritesine göre (ABD doları) hesaplanmış (dolayısıyla satın alma gücü paritesine göre hesaplama yapıldığında 1 ABD doları, her ülkede aynı alım gücüne sahip). GSYİH, bir ülkede bir yıl içinde üretilen malların ve sağlanan hizmetin toplam değeridir. Bu değere sözkonusu malların üretiminde kullanılan hammaddeler ve (GSMH'ye dahil olan) dış ülkelerden elde edilen net gelir dahil değildir. GSYİH, bir ülkenin 1500'deki nüfusuna bölünürse, (neredeyse tanınmaz derecede şişkin görünen) İtalya'nın kişi başına düşen en yüksek gelire sahip olduğu görülür (1100 dolar). Ardından 714 dolarla İngiltere, 550 dolarla Hindistan ve 475 dolarla Mısır gelir. Kuzey Amerika ile Avustralya listeye güçlükle girer. Bu harita Michael Gastner ve Mark Newman'ın geliştirdiği bir algoritmayı kullanan Worldmapper/Dünya haritalama projesi tarafından üretilen onlarca haritadan biridir.

İş ve ekonomi dünyaları, maaşlardan şirket hisselerine, hisse senedi fiyatlarından Birleşmiş Milletler'in İnsani Gelişme Endeksi'ne ve gayrisafi milli hasılaya dek varlığın her türünü ölçen sayılarla dolup taşar. Ancak, nicel bir bilim olmaya yönelik tüm çabalarına karşın, ekonomi daima iş dünyasının gerçekleri karşısında zayıf kalır.

Bilimciler arasında, çoğu zaman rekabetçi de olsa, yayımlanan bulgulara karşı ortak bir güven kültürü vardır. İş dünyasının çalışanları ise rekabetçi olmak zorundadır ve şirket raporlarına şüpheyle yaklaşırlar. Bilimde, gözlemsel verileri doğal yasalara uydurabilmek için belli bir yetenek ve muhakeme becerisi gerekir. İş dünyasında ise bu nitelikler mali rakamları insani yasaların ve beklentilerin içine yedirmek için gereklidir. Theodore Porter, *Trust in Numbers*'da bize şunu hatırlatıyor: "Kahramanca bir girişim ile zimmete geçirmeye yönelik bir girişim, incelikli bir noktanın vurgulanmasıyla birbirinden ayırt edilebilir... O incelikli nokta kural koyucu organlardır."

En bilinen ekonomik göstergeler, büyük olasılıkla New York merkezli Dow Jones Sanayi Endeksi ve Londra merkezli *Financial-Times* Borsa 100 hisse endeksidir (FT-SE veya "Footsie" 100). 1897'de Charles Dow ve Edward Jones tarafından kurulan finans haber yayımcısıyla ortaya çıkan Dow Jones Endeksi aritmetik bir ortalamaydı. Bu ortalama günlük olarak 12 hisse senedinden oluşan bir listenin toplam fiyatı 12'ye bölünerek hesaplanıyordu. 1928'den bu yana en çok alıntılanan Dow Jones Endeksi, pazarın neredeyse yüzde 25'ine karşılık gelen 30 sanayi hissesi fiyatlarının günlük ortalamasıydı. Rakam, hisse bölünmeleri, ikameler ve önemli temettü değişimleri telafi edilecek şekilde ayarlanıyordu. FT-SE 100, 1935'te FT 30 endeksinin yerini aldı. FT-SE 100, Londra Borsası'nda yer alan ve üç ayda bir teftiş edilen, en büyük 100 sınai ve ticari şirketin kapitalizasyonu üstüne kuruluydu. FT-SE 100 bir ağırlıklı ortalamadır ve 3 Ocak 1984'te 1000 olarak seçilen bir temel endeksten dakika dakika hesaplanır.

Piyangolar ve Kumar

Milyarder kriket destekçisi Kerry Packer takıntılı bir kumarbazdı ve bir keresinde bir Las Vegas kumarhanesinde birkaç milyon dolar kaybetmişti. Müsrif yaşam tarzı yüzünden kamu eleştirisine maruz kalan Packer, en ufak bir pişmanlık duymuyordu: "Benim babam da kumarbazdı, ben de kumarbazım. Herhangi bir şey üretmiş olan herkes kumarbazdır."

Kumarın tarihi aslında paradan da eskiye gider. Tarihsel olarak daha orta sınıftan çok aristokrasi ve alt kesime hitap etmiş olsa da, genelde toplumun her kesiminden insanın ilgisini çeker. 1720 tarihli Güney Pasifik Balonu vakasında, Kral I. George ile Sir Isaac Newton'un her ikisi de kumar oynamış ve kaybetmiştir. Gücü daha az olanlar ise güvenilmez bazı oyunlara kapılmıştır. Hatta ismi bilinmeyen bir maceracı bir ara şöyle bir ilan vermişti: "*Büyük avantajlı bir girişimi üstlenen bir şirket; ama kimse ne olduğunu bilmiyor.*" Bu şahıs bürosunu açtıktan beş saat sonra tanesi 2 paunddan 1000 hisse satmıştı. Sonra da "Bu girişimle tatmin olacak kadar aklı çalışan biri" olarak dükkanını kapatıp, o gece kıtayı terk etmişti. Charles Mackay klasik eseri *Extraordinary Popular Delusions and the Madness of Crowds*'da [Sıradışı Yaygın Yanılgılar ve Kalabalıkların Çılgınlığı] şöyle diyordu: "Güvenilir tanıklar tarafından söylenmiş olmasa, herhangi birinin böyle bir kandırmacaya kapılmış olmasına inanmak olanaksızdı."

Şans hesabı ilk kez 1525'te *Liber de Ludo Aleae*'yi [Şans Oyunları Kitabı] yayımlayan İtalyan fizikçi, matematikçi, gökbilimci ve ateşli kumarbaz Geronimo Cardano tarafından sistemleştirildi. Cordano'yu bir yüz yıl sonra, olasılık teorilerini geliştiren matematikçiler Blaise Pascal ile Pierre de Fermat izledi.

Ancak, elbette çoğu kumarbaz şansa inanır; özellikle de kazanma şansının birkaç milyonda bir olduğu birkaç fantastik ödül için piyango bileti alanlar. 1572 tarihli bir Paris piyangosuna bakılırsa, piyangolar 16. yüzyılda Avrupa'da oldukça yaygındı ve papalık onayına sahipti. Sözkonusu piyangonun kazanan biletlerinin üstünde "Tanrı sizi seçti", kaybeden biletlerinin üstündeyse "Tanrı size huzur verir" yazıyordu. Piyango o dönemde önemli bir gelir kaynağı haline geldi. Londra'nın su kaynağı Westminster Köprüsü'nün ve British Museum'un kuruluşu hep piyango fonlarıyla gerçekleşti. Milli piyangonun hoş karşılanmadığı 1826 ile 1994 arasındaki bir boşluğun ardından, piyango fonu Britanya'da pek çok hayırseverlik, eğitim ve sanatsal aktivite açısından yine önem kazandı. ABD Merkez Bankası başkanı Alan Grrenspan, 2000 yılının dotcom balonu döneminde şöyle demişti, "Piyango üreticilerinin yüzyıllardır bildiği şey şudur: Birine milyonda birlik bir şans için, o şansın değerinden fazlasını ödetebilirsiniz. Diğer bir deyişle insanlar, 'büyük bir karşılık' iddiası için fazla para ödemeye gönüllüdür."



Yukarıda: **Kumarda olasılık hesaplarını ilk kez yapan kişi, Geronimo Cardano (1501-76). Cardano, kendi oynadığı kumar da dahil, kumara tıbbi tedavi gerektiren bir bağımlılık gözüyle yaklaşıyordu. Şöyle demişti: "Kumarda en büyük avantaj, hiç kumar oynamamaktır."**

Aşağıda: **Avrupa'nın en büyük ödüllü piyangosu, El Gordo (şişman) diye bilinen, İspanyol Milli Piyangosu'nun Noel çekilişiydi. 2004'te piyangoyu Sort şehrinden biri kazandı. Bu şehrin anlamı "şans"tı.**



Spor ve Oyunlar

Futbol, kriket ya da tenis gibi bir sporu düşünün; aklınıza hemen hareket ve fiziksel beceri gelir. Satranç, briç ya da kelime oyunu gibi bir oyunu düşünürseniz, aklınıza sükûnet ve zihinsel egzersiz gelir. Oysa futbol, kriket ve tenis genellikle spor oldukları kadar oyun olarak da bilinirken, aynı şey satranç, briç veya kelime oyunu için geçerli değildir. İster spor olsun, ister oyun bunların hepsi rekabet, kurallar ve kısıtlamalar gerektirir; yani ölçümün önemli türlerinden birini.

Spor ile oyun arasındaki, aktivitenin belirli kuralları olup olmadığına, takım ya da bireyler tarafından oynandığına, ve açık havada veya kapalı bir alanda oynandığına bakarak yapılan geleneksel ayrımlar artık belirsizleşti ve bu iki sözcük bugün birbirinin yerine kullanılmaya başlandı.

Sağduyumuz bize sporun ve oyunların ilk toplumlarda, günümüzdekine benzer nedenlerden dolayı henüz var olması gerektiğini söyler: Sosyalleşmenin, fiziksel formu korumanın, zekayı geliştirmenin, cesaret sergilemenin, eğlenmenin ve eğlendirmenin iyi birer yoludurlar. Ne var ki rekabetçi sporlar ve oyunların MÖ 3. binyıl başlarına dek varlığına ilişkin net bir arkeolojik bulgu mevcut değil. MÖ 3. binyıla tarihlenen Mezopotamya çivi yazı tabletlerinde ise kuralları belirli güreş ve boks gösterilerine ilişkin kısa ibareler var.

Olimpiyat Oyunları'nın başlangıç tarihi MÖ 776 olarak bilinir: Modern çağda yeniden başlatılması ise 1896'ya rastlar. Erken dönemlere ait tek kayıtlı olay yaklaşık 200 metrelik, veya Olimpiya'daki orijinal stadyum ölçülerindeki, *stade* yarışı diye bilinen bir sprint koşusudur. Koşuyu Elisli Koroibos kazanmıştır. Ancak, antik dönem oyunları zaman içinde daha uzun mesafe koşularını, güreşi, boksu, serbest dövüşü ve dört güne yayılı pentatlonu da içerir hale geldi.

Rönesans sporları, antik Yunan sporunda





Solda: ***Discobulus.*** **Bir disk atıcısı, diskini atmak üzereyken görülüyor. 1.55 m yüksekliğindeki bu heykel uzun süredir antik Yunan atletizmini temsil ediyor olsa da, bugün bu duruş, modern disk atıcısı Sukhbir Singh'in de (yukarıda), 2004 tarihli Güney Asya Federasyon Oyunları'nda belirttiği gibi, disk atmak için hayli elverişsiz olarak görülüyor. Resimde görülen heykel, 1781'de Roma'da bulunan mermer bir kopya. Bu kopya MÖ 460-450 arasında, Myron tarafından bronzdan yapılma, kayıp Yunan orijinalini temel almış. Orijinal heykel büyük olasılıkla, 5. yüzyılın büyük Yunan oyunlarından birinde şampiyon olan bir pentatloncunun anısına yapılmıştı.**

var olan atletik unsuru muhafaza etti. Ancak, bilimsel devrimle birlikte estetiğin yerini hızla ölçümler aldı. Gerçi estetik bugün artistik patinaj, dalma ve jimnastikle hâlâ korunuyor. Atletin performansını ölçme kapasitesi geliştikçe, spor ekipmanları da gelişti; basketbol gibi yeni oyunlar bu değişimden yararlanmak için bilinçli olarak icat edildi. Ardından sporda rekor kavramı doğdu. Aşılmamış nicel başarı anlamına gelen rekor sözcüğünün kökeni (önce İngilizcede görülmek üzere) 19. yüzyıl sonlarına gitse de, kavramın kendisi yaklaşık iki yüzyıl geriye gider.

Bugün sporun hangi alanına bakarsak bakalım, ölçümler yapıldığını görürüz; bir yarışın süresi, gol sayısı, yüzme havuzunun ebatları veya cirit atışının mesafesi. Kazanmak ile kaybetmek arasındaki fark kimi zaman saniyenin yalnızca yüzde biri kadarlık bir süre olabilir ki, bunu ölçmek için de bilgisayar gerekir. Avustralya hükümeti, Ulusal Standartlar Komisyonu, "Bu konuda biraz fazla fanatiğiz belki ama neticesiz ölçümden daha can sıkıcı şey de az bulunur" diyor.





Tahta oyunları ve oyun kartları. Aslında tahta oyunları, oyun kartlarından çok daha eskidir. Solda Satyajit Ray'in *Satranç Oyuncuları* (1977) adlı filminde görülen satranç, MS 1. binyılda, Hindistan'da icat edildi. Pers toprakları üzerinden Avrupa'ya geldi ve biraz hızlandırmak amacıyla Avrupa'da kuralları biraz değiştirildi. Yukarıda, Georges de la Tour'un *The Card Sharp* isimli ve yaklaşık 1620-40 tarihli tablosunda görülen kağıt oyunları ise Avrupa'da 12. yüzyıldan itibaren oynanıyordu. Oyun ve hile daima el eleydi: Tabloda adam kuşağında sinek ası saklıyor, filmde ise satranç oyuncusu daha sonra diğeri oda dışındayken taşlardan birinin yerini değiştirir. Gerçi burada satranç oyuncuları, kağıt oyuncularının aksine, para için değil, sadece oyunu sevdikleri için oynuyorlar.

Topluluk isimleri

Türkçede insan, bitki, hayvan, eşya gibi varlık gruplarını ifade eden pek çok kelime var. Bunların çoğu askeri amaçlı; manga, tabur, bölük, alay, karargah, ordu gibi kelimeler askeri silsileyi gösterir. Devletin kolluk kuvvetleri ve ordunun dışındaki silahlı ya da silahsız gruplara ise örgüt, çete, mafya deriz.

Hayvanları sürü başlığı altında gruplarız; çekirge sürüsü, koyun sürüsü, kuş sürüsü gibi; ama deve sözkonusu olunca kervan deriz. Bitkileri, çiçekleri, demet demet destelerken; ağaçları familyasına göre sınıflandırır; kalemleri, yumurtaları düzineyle sayarız.

İnsanları ise ait oldukları sosyal, ekonomik ve kültürel katmanlara göre her birini ayrı ayrı isimlendiririz. Ortaya bir irade koyan, inisiyatif oluşturan dil ve inanç birliği içindeki insanlardan meydana gelen kalabalığa toplum derken, içgüdülerin dürtüsüyle biraraya gelmiş kalabalığa ise topluluk ya da güruh sıfatını layık buluruz. Din ve dil farkının biraraya getirdiği grupların adı cemaattir, aşirettir, kabiledir. Menfaat gruplarını ise yerine göre sosyete, lonca, kulüp, birlik, hanedan, zümre gibi kelimelerle tarif ederiz.

Yandaki listede görülen isimler şüphesiz tüm topluluk ifadelerini kapsamıyor. Bunların bazıları hemen her gün dilimizdedir. Bazılarıysa pek az işimize yarar. Ama özetle bu kelimeler ait oldukları grubun ana karakterini ifade eder.

Ahali
Aile
Alay
Âlem
Antoloji
Aşiret
Birlik
Bölük
Buket
Cemaat
Cemiyet
Çete
Çotanak
Davar
Demet
Deste
Divan
Düzine
Encümen
Familya
Filo
Grup
Güruh
Halk
Hanedan
Hevenk
Heyet
Kabile
Kafile
Karargah
Katar
Kervan
Kıta
Kitle
Koçan
Komisyon
Konvoy
Kulüp
Kumpanya
Kurul
Kurultay
Külliye
Küme
Lonca
Manga
Meclis
Mürettebat
Nahır
Okul
Ordu
Ordugah
Orkestra
Orman
Örgüt
Sınıf
Sosyete
Sürü
Tabur
Takım
Tayfa
Tim
Topluluk
Trup
Ulus
Zümre



James Lipton imzalı, *An Exaltation of Larks*'dan, "Bir galaksi gökbilimci."

Sonsöz



Her Şeyin Ölçüsü

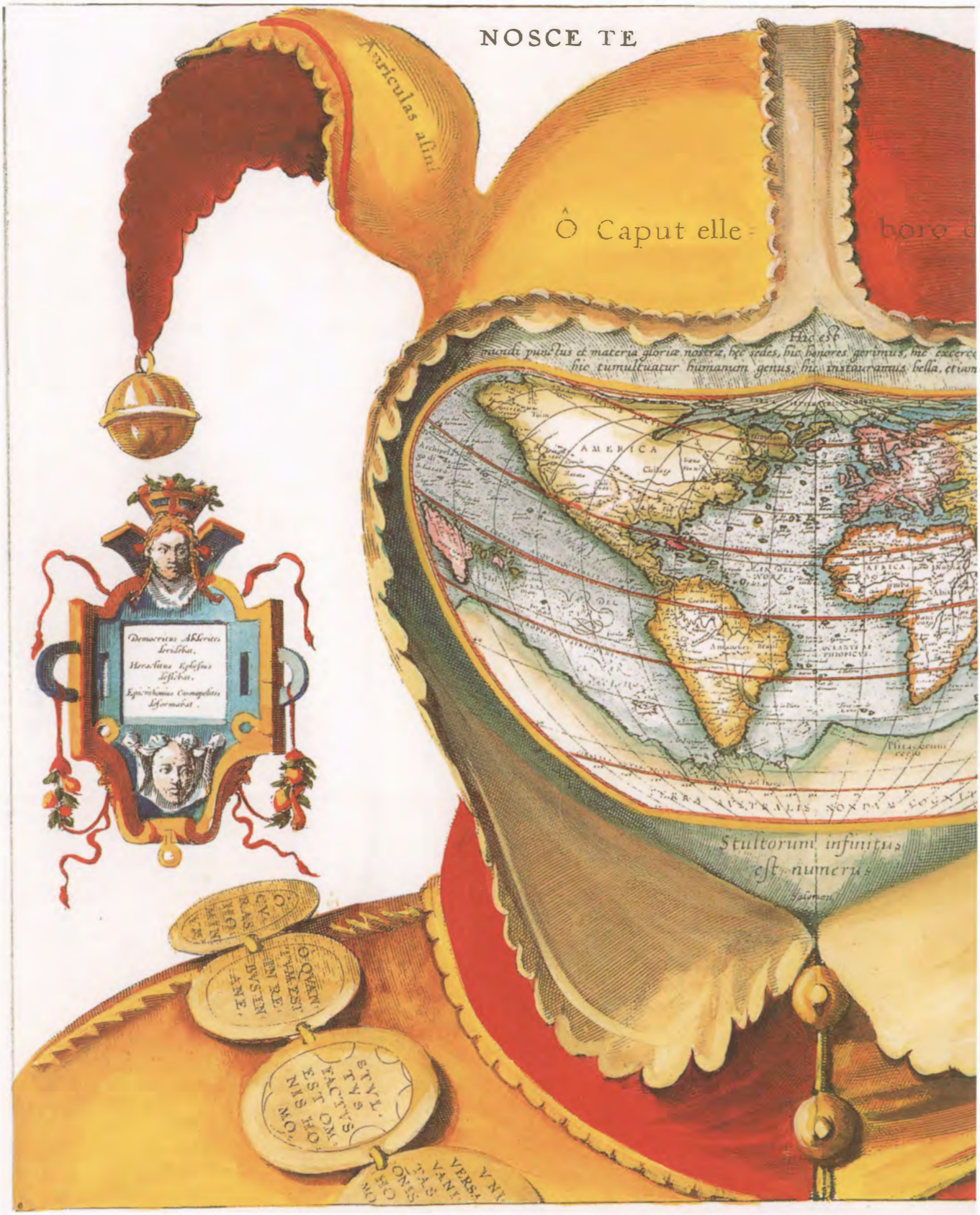
"İnsan, her şeyin ölçüsüdür" demişti düşünür Protagoras, bundan 2500 yıl önce. "Ölçülerin insan için yaratıldığını unutmamalıyız; insanın ölçü için değil" demişti zamanımızın bilimcisi ve bilimkurgu yazarı.

Hubble uzay teleskopunun çektiği (sayfa 80'deki fotoğraf gibi), görünür evrenin en uzak kıyılarında dönüp duran, sonsuz ve bilinmez gökada görüntülerine bakınca, Protagoras veya Asimov gibi düşünürlerle aynı görüşü paylaşmak zor geliyor. Bu Hubble görüntüleri nasıl olur da içimizde, insanın neredeyse hiçbir şeyin ölçüsü olmadığı duygusunu *uyandırmaz*? Hiç şüphesiz bizler, tamamen kayıtsız ve görünüşte sonsuz bir evrenin içinde, bir avuç dolusu maddecikten başka bir şey değiliz. Ama yine de, yine de. O Hubble görüntüleri, "milyarlarca ışık yılı" gibi, "kara delik" gibi, "Büyük Patlama" gibi kavramlarla akıl almaz hesaplar yapabilen zihinlere sahip insanlar tarafından, akıl almaz karmaşıklıkta teknolojiler kullanılarak yine insan eliyle oluşturuldu. Arşimet'i ve onun kum hesaplayıcısını bir düşünün. Giriş bölümünde de söz edildiği gibi Arşimet evrenin boyutlarını, onun içini hayalinde kum tanecikleriyle doldurarak hesaplamıştı. İnsan zihni bazı açılardan "uzayda bir yerlerde" veya her atom çekirdeğinin içinde yer alan objektif evrenden çok daha şaşırtıcı bir şey. Tıpkı *2001: Bir Uzay Esfanesi* filminin yönetmeni Stanley Kubrick'in, filmin yazarı Arthur C.Clarke için dediği gibi: "Arthur, insanın asla öğrenilemeyecek şeyleri öğrenmeye yönelik ümitsiz ama hayranlık uyandıran arzusunu yakalamayı bir şekilde başarıyor."

Albert Einstein ile yazar, sanatçı, müzisyen, düşünür ve Nobel ödülü sahibi Rabindranath Tagore, 1930'da tanıştıklarında, Protagoras ve Asimov'un değindiği konu hakkında birkaç hayret verici sohbet etmişler ve görüşlerinin temelden ayrıldığını anlamışlardı. Bu sohbetlerden biri *The New York Times*'da, Einstein ve Tagore'nin birlikte çekilmiş bir fotoğrafının altında yer alan alaycı yazıyla yayımlandı: "Bir Matematikçi ve Bir Mistik Manhattan'da Buluştu." Einstein şöyle diyordu: "Evrenin doğasına ilişkin iki farklı yaklaşım var: Bir bütün olarak insanlığa bağımlı bir dünya, ve bir gerçeklik olarak insan faktöründen bağımsız bir dünya..." Einstein ikinci yaklaşıma inandığını açıkça ortaya koyuyordu. Tagore ise şöyle yanıtlamıştı: "Bu dünya, insanın dünyası. Ona ilişkin bilimsel bakış açısı da yine bilimsel insana ait. Bu nedenle de, bizden ayrı bir dünyanın varlığından söz edemeyiz: Burası, gerçekliği için bizim bilincimize ihtiyaç duyan, göreli bir dünya." Tagore'nin birinci evren yaklaşımına inandığı sözlerinden belliydi.

Elbette Protagoras sözlerinin, gizil filozofikten, apaçık ticari düzleme dek, birkaç ayrı düzlemde anlaşılmasını istemiş olabilir. MÖ 5. yüzyıl Yunanistan'ında ve bundan birkaç binyıl öncesinde pratik insan, dünyayı bedeninin çeşitli parçalarıyla, parmakları, ayakları, kolları vb. ile ölçüp biçiyordu. Bunu izleyen Roma İmparatorluğu ve Ortaçağ döneminde

Yanda: **Ay'ın ölçüsü alınırken. Ay'ın yüzeyinde bozulmadan duran bu ayak izi, Ay'a adım atan ikinci kişi Buzz Aldrin tarafından, 1969'daki Apollo 11 uzay seferi sırasında bırakıldı. Kesintisiz mikro meteor yağmurlarının Ay toprağının bir santimlik yüzeyini aşındırması için yaklaşık 10 milyon yıl gerektiği düşünülürse, ayak izinin olduğu gibi kalması gerekir; tabii eğer gökbilimci Patrick Moore'un dediği gibi, "Oradan alınıp, Ay müzesine götürülmezse." Hatta bir tür olarak yeterince pervasız çıkarsak, bu izin Yerküre üstündeki son insan yok olduktan sonra bile, bir fosil misali orada kalacağını düşünebiliriz.**


NOSCE TE
Auriculas asini
Ô Caput elle
boro
Hic est
mundi punctus et materia gloriæ nostræ, hic sedes, hic honores gerimus, hic excerce
hic tumultuatur humanum genus, hic instauramus bella, etiam
AMERICA
Democritus Abderites
Heraclitus Ephesius
Epicurhemus Coanopolites
Stultorum infinitus
est numerus



***Soytarı Şapkasında Dünya*, 1590 civarı. "Bu şaşırtıcı ve rahatsız edici görüntü kartografik tarihin muammalarından biridir" diyor Peter Whitfield, *The Image of the World: 20 Centuries of World Maps* [Dünyanın Görüntüsü: Dünya Haritalarının 20 Yüzyıllık Geçmişi] isimli kitapta. "Resmin çizeri, tarihi ve nerede yayımlandığı bilinmiyor, amacı ise ancak tahmin edilebilir." Sanatçı resme solda görülen panelin içide Latince bir isim vermiş: Epichthonius Cosmopolites (kabaca, "Her insan"). Haritanın coğrafyası Abraham Ortelius'un 1580'lerdeki dünya haritalarını andırdığı ve Robert Burton'ın *Anatomy of Melancholy*'de [Melankolinin Anatomisi] yer alan bir resme atıfta bulunulduğu için, bu resim 1590'a tarihleniyor; yani Shakespeare'in soytarı karakterine önemli yer verdiği ilk oyunlarının yazıldığı döneme. Peki ne anlama geliyor bu resim? "Ana metaforu insan budalalığının evrenselliği." Ancak, 21. yüzyılın küresel çevre felaketine yönelik düşünceleriyle de kısmen ilgili, daha başka ayrıntılı yorumlar getirmek de mümkün elbette. İnsan ve ölçüm bağlamında bakıldığında ise resim Protagoras'ın bilinmezlik dolu "İnsan, her şeyin ölçüsüdür" sözlerinin, anlam ve ironi dolu görsel bir karşılığı adeta.**

insani-ölçeğin boyutları, mil, hektar, kile ve paund gibi birimlerle ölçüme hâkim olmayı sürdürdü.

Ölçülerin insandan çok doğaya dayalı hale gelmesi ancak 17. yüzyılda bilimsel yaklaşımın, 19. yüzyılda ise metrik sistemin ve kesinliğe yönelik arzunun gelişiyle birlikte gerçekleşti. "Yaklaşık iki yüzyıl içinde nicel anlamda kesinliğin deneysel bilimin yüreğini teşkil ettiği anlaşıldı" diyor Theodore Porter, *Trust in Numbers*'da. "Kesinlik bir dikkat, bir beceri ve bir kişisellikten uzaklaştırıcı bir etken olarak değer buldu." Buradaki anahtar kelim kişisellikten uzaklaştırıcılık: Ölçüler insandan ne kadar arınırsa, o derece bilimselleşirler.

Ancak, ilginç -ve kimi zaman da komik- gerçeklerden biri şu ki, bilimde kişisellikten uzaklaşmaya duydukları onca saygıya karşın bilimcilerin gerçekte bilim ve ölçümün tutkulu kişiselleştiricileri olmalarıdır. Nobel ödülünü bir yana bırakalım: Bilimde en büyük onur Boyle yasası gibi bilimsel bir yasaya; ya da watt gibi bir ölçüm birimine kişinin adının verilmesidir.

Système International'ın yedi temel biriminden ikisi, amper ve kelvin, bilimcilerin adıyla anılır. Türetilen pek çok SI birimi içinde bilimcilerin ismine sıkça rastlanır. Örneğin, (frekans için) hertz, (kuvvet için) newton, (basınç için) pascal, (enerji için) jul, (elektrik potansiyeli için) volt, (elektrik rezistansı için) ohm, (elektrik kapasitansı için) farad, (güç için) watt, (radyoaktivite için) becquerel, (sıcaklık için) Celcius derecesi vb.

Yeni birimlerin kullanıma girmesi doğal olarak tartışma yaratır. Bunun nedeni kısmen bilimcilerin haklı olarak mevcut SI birimlerini karmaşıklaştırmak istememesi, ama biraz da verilen ismin bir çalışmanın hakkını belli bir kişiye ataması ve bunu kimin hak ettiği konusunda her zaman uzlaşı sağlanamamasıdır. 1920'lerde Alman fizik kurumu, o dönemde saniye/devir biçiminde anılan frekans için yeni bir birim önerdi ve Heinrich Hertz'in adıyla anılmasını istedi. Bunun üzerine ünlü Alman kimyager, Walter Nernst ise dokunaklı bir çıkış yaptı: "Yeni bir isim kullanmanın gereğini hiçbir şekilde göremiyorum. O zaman bu mantıkla 1 litre/saniyeye "falstaff"!* diyelim." Cambridge Üniversitesi'ndeki bazı öğrencilerse, daha esprili bir yaklaşımla hocalarından P. A. M. Dirac'ın adıyla anılan bir birim önerdiler. Efsanevi bir teorik fizikçi olan (ve 31 yaşında Nobel ödülü kazanan) Dirac, konuşmaktan hoşlanmamasıyla ünlüydü. Bu nedenle de *dirac* "söylem esnasında sessizliğin hâkimiyeti" birimi olacaktı. Arthur Klein konuyu *The World of Measurements* isimli kitapta hoş bir biçimde açıklıyor: "Nasıl ki elektrik rezistansının ohmu, elektromanyetik kuvvete gösterilen akım direncini ölçüyorsa, dirac da kaçınılmaz olmadıkça konuşmaya karşı gösterilen direnci ifade eder."

Bilimin temelinde ölçümün yattığı düşünülürse, bilimcilerin, birimlere ad verme konusundaki tutkusu anlaşılır. Bu noktada Lord Kelvin'in -Chicago Üniversitesi *sosyal* bilimler binasının üstüne kazılı- ünlü yorumunu tekrarlamaktan kaçınmamalı: "Sözünü etti-

ğiniz şeyi ölçebiliyor ve rakamlarla ifade edebiliyorsanız, onun hakkında bir şeyler biliyorsunuz demektir. Ancak, rakamlarla ölçemiyorsanız, bilginiz yetersiz ve tatmin edici olmaktan uzaktır." Ne var ki bundan, bir şeyi sırf ölçebiliyorsunuz diye ölçmek *zorundasınız* veya ölçümler kesin oldukları için, yapılarında gizli bir değere sahiptirler anlamı çıkarılmamalı.

Yüce ve dünyevi olandan, bir an için saçmalık derecesinde komik olana uzanmak gerekirse, Amerikalı fizikçi William Bean'i düşünelim. Bean 32 yaşından itibaren her gün, başparmak tırnağının ne kadar uzadığını, tırnağına düz bir çizgi çekerek ölçtü. Bu çalışma "Tırnak uzaması: 35 yıllık gözlem" isimli bir tezle nihayete erdi. Tezin vardığı sonuca göre, Bean her nerede olursa olsun, tırnakları aynı sabit oranla uzuyordu: Günde bir milimetrenin yaklaşık onda biri kadar.

Böylesi anlamsız çalışmalara gülüp geçmek kolay; zaten "Yeniden üretilemeyecek ve üretilmemesi gereken" bilimsel keşifleri ödüllendirmek amacıyla, Ig Nobel ödüllerinin verilmeye başlandığı tarih olan 1991'den beri, herkes tam da bunu yapıyor. Yayımlanan bilimsel çalışmalara yönelik bu yıllık ödüllerin amacı şöyle: "Öncelikle insanları güldürmek, sonra da düşündürmek". Ig ödülleri, anlaşılması güç olsa da, hakiki anlamda kaydadeğer bilimsel çalışmalara duyulan saygıyı biraz azaltmış olabilir belki ama genel olarak ölçüm çılgınlığına karşı bir tür panzehir oldu. Ig Nobel'lerine gülmemizin temel nedeni, ölçümün modern dünyada tasmasından kurtulmuşcasına dolaşma tehlikesiyle karşı karşıya olduğunu düşünmemizdir belki de. Muhasebeciler, danışmanlar ve işletmeciler şirketleri boğuyor; çoktan seçmeli sorular, dergi etki faktörleri ve lig tabloları eğitimi boğuyor; anketörler, odak grupları, hatta yalan makineleri devleti boğuyor. Sayı oyunları ve boncuk sayımlarıyla denetçi toplulukları, tam da ölçümlemeyi amaçladıkları aktiviteleri boğmakla tehdit ediyor. İstatistiğe, hedeflere ve paraya karşı beslenen bu insanlık ötesi inanca eşlik eden onca vasatlık, konformizm ve israf karşısında belki bir süre sabır gösterdikten sonra, hem ölçülenin hem de ölçenin morali bozuluyor. Heyhat ki, Asimov'un uyarısının aksine pek çok kurum ve kuruluşta ölçümler için insan yaratılıyor, insanlar için ölçüm değil.

İşte size Protagoras'ın sözlerinin filozofik ile dünyevi arasındaki üçüncü bir düzlemdeki anlamı. Belki de o sözleri şu şekilde söylemek gerek: "İnsanlık her şeyin ölçüsüdür."

Antik Yunanların insanı hâlâ bunca düşündürmesi gerçekten inanılmaz. Ancak, bu kitapta anlatılan ölçüm tarihi, insanın psikoloji ekonomi ve politikada olmasa da, bilimde antik Yunanların çok ilerisine geçtiğini gösteriyor. Modern dünyaya kucak açıyorsak eğer, o zaman doğanın deneysel gözlemlenmesine, kesinliğin ve daha da sihirli teknolojilerin gelişimine de kucak açmaktan başka çaremiz yok. Bilimden önce belki her şeyin ölçüsü insandı. Bugün artık insan ve ölçüm bana daha çok, sadık ama dikbaşlı bir evliliğin, zamana direnen tarafları gibi görünüyor. İnsan artı ölçüm eşittir bilim. Asıl mesele bu eşitliği dengede tutmak.

İleri Okuma

Bu akademik bir kaynakça değil, daha çok kitaptaki her bölümle doğrudan ilintili kitap ve makalelerin bir seçkisidir. Yalnızca ölçümü ağırlıklı olarak ele alan kaynaklar dahil edilmiştir. Verilen tarih, aksi bildirilmedikçe ilk İngilizce baskının tarihidir. Çevrimiçi referanslar dahil edilmemiştir ama titizlikle kullanıldığı sürece, www.wikipedia.org 'un son derece değerli bir kaynak olduğunu belirtmeliyim. Ayrıca National Physical Laboratory / Ulusal Fizik Laboratuvarı'nın yararlı web sitesi, www.npl.co.uk 'i, özellikle de NPL'in "Beginners Guide to Measurement / Yeni Başlayanlar İçin Ölçüm Rehberi" bölümünü ve sitenin haber e-postası *Metromnia*'yı öneririm. *Metrologia*, *Nature and Science*, *Geographical*, *New Scientist*, *Physics World* ve *Scientific American* dergileri de mevcut ölçüm yöntemleri konusunda mükemmel kaynaklar. Tarihi ve biyografik bilgi için harika bir kaynak olarak da *The Hutchinson Dictionary of Scientific Biography*'nin 1., 2. ve 3. ciltlerinin 2000 baskısını önerebilirim (Roy Porter ve Marilyn Ogilvie, danışman editörler).

Giriş / Genel Eserler

Darton, Mike and John Clark, *The Dent Dictionary of Measurement*, 1994

Hebra, Alex, *Measure for Measure: The Story of Imperial, Metric, and Other Units*, 2003

Klein, H. Arthur, *The World of Measurements: Masterpieces, Mysteries, and Muddles of Metrology*, 1974

Kula, Witold, *Measures and Men*, 1986

Morrison, Philip and Phyllis Morrison and The Office of Charles and Ray Eames, *Powers of Ten: About the Relative Size of Things in the Universe*, 1982

Nature, 'Small scale', 27 Apr. 2006: 1092 (on the zepto-world)

Porter, Theodore M., *Trust in Numbers: The Pursuit of Objectivity in Science and Public Life*, 1995

Robinson, Andrew, *The Last Man Who Knew Everything: Thomas Young*, 2006

Tufte, Edward R., *The Visual Display of Quantitative Information*, 1983

Young, Thomas, 'On weights and measures', in *Miscellaneous Works of the Late Thomas Young*, (George Peacock, ed.), vol. 2, 2003

Ölçümün Anlamı

Alder, Ken, *The Measure of All Things: The Seven-Year Odyssey That Transformed the World*, 2002

Barber, Peter, ed., *The Map Book*, 2005

Berthon, Simon and Andrew Robinson, *The Shape of the World: The Mapping and Discovery of the Earth*, 1989

Danson, Edwin, *Weighing the World: The Quest to Measure the Earth*, 2006

Gillispie, Charles Coulston, *Science and Polity in France: The Revolutionary and Napoleonic Years*, 2004

Sobel, Dava and William J. H. Andrewes, *The Illustrated Longitude*, 1998

UK Metric Association, *A Very British Mess*, 2004 and *Metric Signs Ahead*, 2006 (reports)

Westfall, Richard S., *The Life of Isaac Newton*, 1993

Wilford, John Noble, *The Mapmakers: The Story of the Great Pioneers in Cartography from Antiquity to the Space Age*, 1981

Zupko, Ronald Edward, *Revolution in Measurement: Western European Weights and Measures since the Age of Science*, 1990

Sayı ve Matematik

Barrow, John D., *The Infinite Book: A Short Guide to the Boundless, Timeless and Endless*, 2005

Cohen, I. B., *The Triumph of Numbers: How Counting Shaped Modern Life*, 2005

Dantzig, Tobias, *Number: The Language of Science*, new edn, 2006

Dilke, O. A. W., *Mathematics and Measurement*, 1987

Einstein, Albert, 'Geometry and experience' and 'On the method of theoretical physics', in Einstein, *Ideas and Opinions*, 1954

Hodgkin, Luke, *A History of Mathematics: From Mesopotamia to Modernity*, 2005

Livio, Mario, *The Golden Ratio: The Story of Phi, the World's Most Astonishing Number*, 2003

Mandelbrot, Benoit B., *The Fractal Geometry of Nature*, rev. edn, 1983

— 'Fractals as a morphology of the amorphous', in Bill Hirst, *Fractal Landscapes from the Real World*, 1994

Quilter, Jeffrey and Gary Urton, *Narrative Threads: Accounting and Recounting in Andean Khipu*, 2002

Seife, Charles, *Zero: The Biography of a Dangerous Idea*, 2000

Stoll, Cliff, 'When slide rules ruled', *Scientific American*, May 2006

Taylor, Richard P., 'Order in Pollock's chaos', *Scientific American*, Dec. 2002

Wigner, Eugene, 'The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences', *Communications in Pure and Applied Mathematics*, Feb. 1960

Geleneksel Birimler

Abbott, Alison, 'Rebuilding the past', *Nature*, 16 Dec. 2004: 794-95 (on the elephant water clock)

Battersby, Stephen, 'The lady who sold time', *New Scientist*, 25 Feb. 2006: 52-53 (on Ruth Belville)

Berriman, A. E., *Historical Metrology: A New Analysis of the Archaeological and the Historical Evidence Relating to Weights and Measures*, 1953

Chapman, Allan, *Dividing the Circle: The Development of Critical Angular Measurement in Astronomy 1500-1850*, 2nd edn, 1995

Collins, Paul, 'The sweet sound of profit', *New Scientist*, 20 May 2006: 54-55 (on cash registers)

Connor, R. D., *The Weights and Measures of England*, 1987

Goetzmann, William N. and K. Geert Rouwenhorst, eds, *The Origins of Value: The Financial Innovations that Created Modern Capital Markets*, 2005

Holford-Stevens, Leofranc, *The History of Time: A Very Short Introduction*, 2005

Kenoyer, Jonathan Mark, *Ancient Cities of the Indus Valley Civilization*, 1998

Prerau, David, *Saving the Daylight: Why We Put the Clocks Forward*, 2005

Richardson, W. F., *Numbering and Measuring in the Classical World*, rev. edn, 2004

Shaw, Ian and Paul Nicholson, *British Museum Dictionary of Ancient Egypt*, 1995

Aygıtlar ve Teknikler

Ackland, Len, 'Radiation: how safe is safe?', *New Scientist*, 15 May 1993: 34-37

Anderson, Katherine, *Predicting the Weather: Victorians and the Science of Meteorology*, 2005

Chang, Hasok, *Inventing Temperature: Measurement and Scientific Progress*, 2004

Gilmozzi, Roberto, 'Giant telescopes of the future', *Scientific American*, May 2006

Hecht, Jeff, *Beam: The Race to Make the Laser*, 2005

Hogan, Jenny, 'Focus on the living', *Nature*, 2 Mar. 2006: 14-15 (on the atomic force microscope)

Horsfall, Alton and Nick Wright, 'Sensing the extreme', *Physics World*, May 2006 (on high-temperature measurement)

Magnello, Eileen, *A Century of Measurement: An Illustrated History of the National Physical Laboratory*, 2000

Musher, Daniel M., Edward A. Dominguez and Ariel Bar-Sela, 'Edward Seguin and the social power of thermometry', *New England Journal of Medicine*, 8 Jan. 1987: 115-17

Nellist, Peter, 'Seeing with electrons', *Physics World*, Nov. 2005 (on microscopes)

Peplow, Mark, 'Counting the dead', *Nature*, 20 Apr. 2006: 982-83 (on Chernobyl)

Atomlar

Ancey, Christophe and Steve Cochard, 'Understanding avalanches', *Physics World*, July 2006

Atkins, P. W., *The 2nd Law: Energy, Chaos, and Form*, 1984

— *The Periodic Kingdom: A Journey into the Land of the Chemical Elements*, 1995

Ball, Philip, *The Elements: A Very Short Introduction*, 2002

Bowman, Sheridan, *Radiocarbon Dating*, 1990

Einstein, Albert, *Relativity: The Special and the General Theory*, Routledge Classics edn, 2001

Einstein, Albert and Leopold Infeld, *The Evolution of Physics*, 1938

Lovelock, James, *Homage to Gaia: The Life of an Independent Scientist*, 2000

Rigden, John S., *Einstein 1905: The Standard of Greatness*, 2005

Robinson, Andrew, *Einstein: A Hundred Years of Relativity*, 2005
Robinson, Ian, 'Redefining the kilogram', *Physics World*, May 2004
Rothemund, Paul W. K., 'Folding DNA to create nanoscale shapes and patterns', *Nature*, 16 Mar. 2006: 297-302
Smith, Lloyd M., 'The manifold faces of DNA', *Nature*, 16 Mar. 2006: 283-84
Sykes, Christopher, *No Ordinary Genius: The Illustrated Richard Feynman*, 1994

Dünya

Amodeo, Christian, 'Eyes in the skies', *Geographical*, Feb. 2003
Bluestein, Howard B., *Tornado Alley: Monster Storms of the Great Plains*, 1999
Choi, Charles, 'Volcanic sniffing', *Scientific American*, Nov. 2004
Dwyer, Joseph R., 'A bolt out of the blue', *Scientific American*, May 2005
Emanuel, Kerry, *The History and Science of Hurricanes*, 2005
Fara, Patricia, *Fatal Attraction: Magnetic Mysteries of the Enlightenment*, 2005
Flindt, Rainer, *Amazing Numbers in Biology*, 2006
Gradstein, Felix, James Ogg and Alan Smith, eds, *A Geologic Time Scale 2004*, 2004
Hough, Susan Elizabeth, *Richter's Scale: Measure of an Earthquake: Measure of a Man*, 2007
Jackson, Patrick Wyse, *The Chronologers' Quest: The Search for the Age of the Earth*, 2006
Keay, John, *The Great Arc: The Dramatic Tale of How India Was Mapped and Everest Was Named*, 2000
Lawson, Simon, 'Spotting a fake', *Physics World*, June 2006 (on diamonds)
Lopes, Rosaly, *The Volcano Adventure Guide*, 2005
Nouvian, Claire, *The Deep: The Extraordinary Creatures of the Abyss*, 2007
Pavord, Anna, *The Naming of Names: The Search for Order in the World of Plants*, 2005
Pretor-Pinney, Gavin, *The Cloudspotter's Guide*, 2006
Robinson, Andrew, *Earthshock: Hurricanes, Volcanoes, Earthquakes, Tornadoes and Other Forces of Nature*, rev. edn, 2002
Rudwick, Martin J. S., *Bursting the Limits of Time: The Reconstruction of Geohistory in the Age of Revolution*, 2005
Scarpa, Roberto, 'Predicting volcanic eruptions', *Science*, 27 July 2001: 615-16
Schmincke, Hans-Ulrich, *Volcanism*, 2004
Schrope, Mark, 'The bolt catchers', *Nature*, 9 Sept. 2004: 120-21 (on lightning)
Titov, Vasily *et al.*, 'The global reach of the 26 December 2004 Sumatra tsunami', *Science*, 23 Sept. 2005: 2045-48
Wilson, Edward O., *In Search of Nature*, 1996
Ziebart, Marek, 'The story of height', *Geographical*, Aug. 2003
Zijlstra, Albert, 'The last word', *New Scientist*, 8 Nov. 2003 (on clouds)

Universe

Barrow, John D. and John K. Webb, 'Inconstant constants', *Scientific American*, June 2005
Bonnell, Jerry T. and Robert J. Nemiroff, *Astronomy: 365 Days*, 2006
Chandler, David L., 'It's time to go back', *New Scientist*, 1 Apr. 2006: 32-37 (on science on the Moon)
Christensen, Lars Lindberg and Bob Fosbury, *Hubble: 15 Years of Discovery*, 2006
Davies, Paul, *The Goldilocks Enigma: Why is the Universe Just Right for Life?*, 2006
Einstein, Albert, 'Johannes Kepler', in Einstein, *Ideas and Opinions*, 1954
Hill, Steele and Michael Carlowicz, *The Sun*, 2006
Hinshaw, Gary, 'WMAP data put cosmic inflation to the test', *Physics World*, May 2006
Holman, Gordon D., 'The mysterious origins of solar flares', *Scientific American*, Apr. 2006
Light, Michael, *Full Moon*, 2006
Lovett, Laura, Joan Horvath and Jeff Cuzzi, *Saturn: A New View*, 2006
Moore, Patrick, *Patrick Moore on the Moon*, 2001
Nature, 'Neglected neighbour', 13 Apr. 2006: 846 (editorial on Venus versus Mars)
Peplow, Mark, 'Comet chasers get mineral shock', *Nature*, 16 Mar. 2006: 260
Singh, Simon, *Big Bang*, 2004
Weinberg, Steven, *Dreams of a Final Theory: The Search for the Fundamental Laws of Nature*, 1993

Zihin

Ball, Philip, 'Index aims for fair ranking of scientists', *Nature*, 18 Aug. 2005: 900 (on the h-index)
— 'Prestige is factored into journal rankings', *Nature*, 16 Feb. 2006: 770–71
DeFrancis, John, *Visible Speech: The Diverse Oneness of Writing Systems*, 1989
Domino, George and Marla L. Domino, *Psychological Testing: An Introduction*, 2nd edn, 2006
Gould, Stephen Jay, *The Mismeasure of Man*, rev. edn, 1996
Howard, David, 'Staying in tune with physics', *Physics World*, Apr. 2006 (on singing)
Lenman, Robin, ed., *The Oxford Companion to the Photograph*, 2005
Loxley, Simon, *Type: The Secret History of Letters*, 2004
Mitchell, Michael and Susan Wightman, *Book Typography: A Designer's Manual*, 2005
Nature, 'Not-so-deep impact', 23 June 2005: 1003-04 (editorial on impact factors)
Naughton, John, *A Brief History of the Future: The Origins of the Internet*, 1999
Petroski, Henry, *The Evolution of Useful Things*, 1992
Pinker, Steven, *The Language Instinct: The New Science of Language and Mind*, 1994
Robbins Landon, H. C., *Mozart: The Golden Years*, 1989
Robinson, Andrew, *The Man Who Deciphered Linear B: The Story of Michael Ventris*, 2002
— *Lost Languages: The Enigma of the World's Undeciphered Scripts*, 2002
— *The Story of Writing: Alphabets, Hieroglyphs and Pictograms*, 2nd edn, 2007
Shaw, P. *et al.*, 'Intellectual ability and cortical development in children and adolescents', *Nature*, 30 Mar. 2006: 676-79
Taylor, Arlene G., *Wynar's Introduction to Cataloging and Classification*, 9th edn, 2000
White, John, *Intelligence, Destiny and Education: The Ideological Roots of Intelligence Testing*, 2006

Beden

Blakemore, Colin and Sheila Jennett, eds, *The Oxford Companion to the Body*, 2001
Bond, Shirley, *Home Measures: The Essential Reference Guide to Sizes and Measurements for Home, Office and Kitchen*, 1996
Gibbs, W. Wayt, 'Obesity: an overblown epidemic?', *Scientific American*, June 2005
Goodson, Boyd, 'Mobilizing magnetic resonance', *Physics World*, May 2006
Gosline, Anna, 'Will DNA profiling fuel prejudice?' *New Scientist*, 9 Apr. 2005: 12-13
Hempel, Sandra, *The Medical Detective: John Snow and the Mystery of Cholera*, 2006
Kemp, Martin, *Leonardo da Vinci: The Marvellous Works of Nature and Man*, 2006
Melzack, Ronald and Patrick D. Wall, *The Challenge of Pain*, 2nd edn, 1996
Nature, 'Coping with complexity', 25 May 2006: 383--4 (editorial on the nature of the gene)
Naylor, G. R. S., 'A simple togmeter for measuring the warmth of continental quilts', 1994 (report at www.tft.csiro.au)
Pain, Stephanie, 'Davy's dark side', *New Scientist*, 3 Sept. 2005: 48-49
Pope, Jean, *Medical Physics: Imaging*, 1999
Porter, Roy, *The Greatest Benefit to Mankind: A Medical History of Mankind from Antiquity to the Present*, 1997
Shapin, Steven, 'Eat and run: why we're so fat', *New Yorker*, 16 Jan. 2006: 76-82
Vince, Gaia, 'The many ages of man', *New Scientist*, 17 June 2006: 50–53
Watson, James D., *DNA: The Secret of Life*, 2003
Westphal, Sylvia Pagán, 'Red alert', *New Scientist*, 23 July 2005: 33–6 (on blood)

Toplum

Atherton, Mike, *Gambling: A Story of Triumph and Disaster*, 2006
Bamshad, Michael J. and Steve E. Olson,

İllüstrasyonlar

'Does race exist?', *Scientific American*, Dec. 2003
Check, Erica, 'The tiger's retreat', *Nature*, 22 June 2006: 927-30
Cole, Simon A., 'Misplaced convictions', *New Scientist*, 18 Mar. 2006: 23 (on fingerprint evidence)
Davies, Simon, 'Iris recognition', *New Scientist*, 20/27 Dec. 2004: 34 (letter)
Doyle, Rodger, 'Calculus of happiness', *Scientific American*, Nov. 2002
— 'Religion in America', *Scientific American*, Feb. 2003
Grossman, Wendy M., 'Ballot breakdown', *Scientific American*, Feb. 2004 (on electronic voting)
Jerome, Fred and Rodger Taylor, *Einstein on Race and Racism*, 2005
Kevles, Daniel J., 'Grounds for breeding', *Times Literary Supplement*, 2 Jan. 1998 (on eugenics)
Lipton, James, *An Exaltation of Larks*, 3rd edn, 1991
Lykken, David, 'Nothing like the truth', *New Scientist*, 14 Aug. 2004: 17 (on lie detectors)
Mackay, Charles, *Extraordinary Popular Delusions and the Madness of Crowds*, 1841
Miller, Shaun and Jared Diamond, 'A New World of differences', *Nature*, 25 May 2006: 411-12 (on GDP)
Pearson, Helen, 'Lure of lie detectors spooks ethicists', *Nature*, 22 June 2006: 918-19
Poole, Robert, 'Making up for lost time', *History Today*, Dec. 1999
Randerson, James and Andy Coughlan, 'Forensic evidence stands accused', *New Scientist*, 31 Jan. 2004: 6-7
Raper, J. F., D. W. Rhind and J. W. Shepherd, *Postcodes: The New Geography*, 1992
Sengoopta, Chandak, *Imprint of the Raj: How Fingerprinting was Born in Colonial India*, 2003

Her Şeyin Ölçüsü

Clarke, Arthur C., *Greetings, Carbon-Based Bipeds!: Collected Essays 1934-1998*, 1999
Robinson, Andrew and Dipankar Home, 'Tagore and Einstein', appendix to Krishna Dutta and Andrew Robinson, eds, *Selected Letters of Rabindranath Tagore*, 1997
Whitfield, Peter, *The Image of the World: 20 Centuries of World Maps*, 1994

y = yukarıda, a= aşağıda, so= solda, sa= sağda, o= ortada

AIP Emilio Segre Visual Archives/Ferdinand Ellerman 68y, 77o; AIP Emilio Segre Visual Archives/Hale Observatories 154y; Antikythera Mechanism Research Project 137y; Art Archive/ Egyptian Museum, Turin/Dagli Orti 8a; Ashmolean Museum, Oxford 51; Peter Atkins, *The Periodic Kingdom*, London, 1995 89sa; Anthony Aylomamitis 246; Simon Berthon and Andrew Robinson, *The Shape of the World*, London, 1989, 21, 23asa, 136; Bettmann Newsphotos 126; Bildarchiv Preussischer Kulturbesitz, Berlin 123; Bodleian Library, University of Oxford (Douce A.618(16), 196so; Bridgeman Art Library/Private Collection 35a; British Library, London 9a, 22a, 25y, 52y, 108, 109a, 149l; British Museum, London 2–3, 6, 32, 35y, 48a, 53, 158, 194; Nancy Burson 204; Benjamin Butterworth, *The Growth of Industrial Art*, Washington D.C., 1892 170a; California Institute of Technology 105b; Camera Press/Gamma/Lenhof-Rey 97; CERN, Geneva 82y, 82a; Allan Chapman, *Dividing The Circle*, Chichester, 1995 55, 56y; CSIRO, Australia 96l; R. D. Connor, *The Weights and Measures of England*, London, 1987 60y; Corbis/Historical Picture Archives 52a; Corbis/Bettmann 73ysa, 86l, 162y, /NASA 140; Tobias Dantzig, *Number*, New York, 2006 33y; Table of scripts after John DeFrancis, *Visible Speech*, Honolulu, 1989 160; Delambre, *Base* 2, pl. VII, photo Roman Stansberry 28aso; Alexandra Dell i Niella 182yso; Derriford Hospital, Plymouth 182sa; O. A. W. Dilke, *Mathematics and Measurement*, London, 1987 22y, 54y; E. Dunkin, *The Midnight Sky*, London, 1869 (Astr.8178.3) 23yso, /*The Midnight Sky*, London, 1891 68b; Albert Einstein Archive, The Hebrew University of Jerusalem 137a; Empics/Associated Press 125y; Empics/Ifremer, A. Fifis 135sa; *Encyclopaedia Britannica* 162a; ESA-P. Carril 110y; M. C. Escher, *Circle Limit III* © 2006 The M. C. Escher Company-Holland. All rights reserved. www.mcescher.com 45; ESO/Rainer Schödel (MPE) et al., NAOS-CONICA 152; Flickr/Herman Yau 31a; Flickr/Jon Delorey 38a; Flickr/Cameron Booth 42y; Flickr/Kim Smith 60aso; Flickr/Brian Aslak Gylte 72y; Flickr/ Betsy Enslin 91y; Flickr/Elizabeth West 91a; Flickr/Rodd Halstead 92aso; Flickr/Stuart Worrall 103y; Flickr/Sarah Jane Rhee Danyluk (www.sarahjanerhee.com) 167aso; Flickr/Álvaro Ibáñez (Microsiervos.com) 208a; Steve Fricker/Folio Art.com 202a; Getty Images 151a; Getty Images/Hulton Archive 44asa; Getty Images/Tim Flach 102sa; Getty Images/Robert Clare 201yso; Getty Images/AFP 209y; GFZ Postdam PR 26y; Nemai Ghosh 210a; William N. Goetzmann and K. Geert Rouwenhorst, *The Origins of Value*, New York, 2005 59; Gordon Gould 77a; *The Graphic*, 8 Aug. 1885 78y; Sonia Halliday Photographs 49l; Anthony Haythornthwaite 113; Sandra Hempel, *The Medical Detective*, London, 2006 192sa; E. R. Henry, *Classification and Uses of Finger Prints*, London, 1901–1922 201a; Leofranc Holford-Strevens, *The History of Time*, Oxford, 2005 61, 63sa, 197a; Steele Hill and Michael Carlowicz, *The Sun*, New York, 2006 © Vic Winter/ICSTARS Astronomy 148aso; R. Hooke, *Animadversions*, London, 1674, Tabula 1y 56a; David Howard, Department of Electronics, University of York 173; G. Hulbe, *Einwanderer erster und zweiter generation aus Mittel-und Westeuropa*, Stuttgart and Hamburg, 1940 200; *Illustration*, 16 May 1874, engraver H. Dutheil, photo Roman Stansberry 30l; Institut Bruno Comby, Houilles, France 90; Japan Meteorological Agency 115y; Karpeles Museum, Santa Barbara, photo David Karpeles 29aso; W. M. Keck Observatory/Sarah Anderson 67a; Martin Kemp, *Seen/Unseen*, Oxford, 2006 169y; © J. M. Kenoyer, courtesy Dept. of Archaeology and Museums, Govt. of Pakistan 8y; Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, photo Juraj Lipták 9y; Simon Lawson, Diamond Trading Company 133y, 133a; Library of Congress, Washington D.C. 18; James Lipton, *An Exaltation of Larks: The Ultimate Edition*, New York, 1991 © Kedakai Lipton 211; The Master and Fellows of Magdalene College, Cambridge 164o; Dennis Mammana/Skycapes 147; E. J. Marey, *La Méthode Graphique*, Paris, 1885 13; C. R. Markham, *Memoir of the India Survey*, London, *c.* 1870 109y; © Alexander Marshack, *The Roots of Civilization*, Mount Kisco, New York, 1991 34sa; Roland Melzack and Patrick D. Wall, *The Challenge of Pain*, London, 1996 191; Metric Association UK 31y, 103a; Peter Michaud (Gemini Observatory), AURA, NSF, 150y; M. L. Design 74aso, 74ao, 120; Jeff Moore (jeff@jmal.co.uk) 12y (Tom Tom equipment), 43a, 171a; Philip and Phyllis Morrison and the Office of Charles and Ray Eames, *Powers of Ten*, New York, 1982 1, 149sa, 178y, 206ysa; Musée de Laon 28asa; Musée des Arts et Métiers-CNAM, Paris, photo CNAM 28y; Musée du Louvre, Paris 33a, 40y; Musée National du Château, Malmaison 29asa; Museum Boerhaave, Leiden 141y; Museum of the History of Science, Oxford 4; Muslim Heritage.com 63l; NASA 131, 168; NASA/ESA/S. Beckwith (STScI) and The HUDF Team 80; NASA/C. Mayhew and R. Simmon (GSFC) NOAA/NGDC, DMSP 94; NASA/Kennedy Space Center 100; NASA/GSFC, MODIS 106; NASA/University of Iowa 111; NASA/(JPL)/ESA/Italian Space Agency 142y, J. Clarke (Boston University) and Z. Levay (STScI), ESA 142a; NASA/GFC 144yso, 144yo, 144ysa; NASA/Malin Space Science Systems, MGS, JPL 144a; NASA/K. Gordon (University of Arizona), JPL-Caltech 150a, Stardust Team, JPL 151y; NASA/WMAP Science Team 155y and 155a; National Gallery of Art, Washington DC 34o; National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland 79; National Library of Scotland 49sa; National Maritime Museum, London

23ysa, 24y, 24a, 107, 197y; National Physical Laboratory, Teddington 64, 71a, 78a, 85u, 85a, 96sa, 101; National Physical Laboratory, Teddington/Andrew Hanson 99l, 99sa; National Portrait Gallery, London 26asa; Natural History Museum, London 74yso; NCAR, Boulder, Colorado 116aso, 116asa; Howard Bluestein, University of Oklahoma, NCAR, Boulder, Colorado 116y; Victor Neiderhoffer 34l; Charles S. Neumann 114; NOAA, Frank Marks 115a; NRC Institute for National Measurement Standards (NRC-INMS) 95y; Oak Ridge National Laboratory, Tennessee 70l, 70ysa, 70a; G. Palatino, *Libro Nuovo, c.* 1540 163y; A. Park, *An Apothecary with a Pestle and Mortar to Make up a Prescription,* engraving 189y; Samuel Pepys, *Memoires Relating to the State of the Royal Navy,* London, 1690 164y; Photothèque des Musées de la Ville de Paris. Photo Svartz 29yso, Photo: Chevalier 195; Rex Features/SNAP 206asa; Andrew Robinson, *Einstein,* New York, 2005 138sa; Paul W. K. Rothemund 105y; Royal Naval College, Greenwich 73asa; Royal Society, London 175y; Hans-Ulrich Schmincke 132so, 132sa; Science & Society Picture Library/Science Museum 10, 54aso, 71y, 73so, 186y, 186a, 198a; Science & Society Picture Library/University Museum of Archaeology & Ethnology, Cambridge, Massachusetts 47; Science Photo Library (SPL) 69a; SPL/Sovereign, ISM 12a, 156; SPL/Gregory Sams 44y; SPL/American Institute of Physics 75a; SPL/National Solar Observatory 76; SPL/Andrew Syred 89l; SPL/Peter Menzel 118so; SPL/BSIP, PIKO 179; SPL/John Cole 188; SPL/Kevin Curtis 180; SPL/Geoff Tompkinson 182aso; SPL/Eye of Science 187y; SPL/Martin Dohrn 202y; SPL/NASA 212; Science Museum, London 50a, 93; Schloss Ambras, Austria 67y; Screwfix 171o; Scripps Institute of Oceanography/UCSD 119y; Chandak Sengoopta, *Imprint of the Raj,* London, 2003 201ysa; Dava Sobel and William J. H. Andrewes, *The Illustrated Longitude,* New York, 1998 26aso; SOHO/NASA/ESA 148yso, 148ysa, 148oso, 148osa; Swedish Royal Academy of Sciences. Photo Georgios Athanasiadis 28ysa; Swedish Telescope Institute for Solar Physics 145a; Richard P. Taylor 44aso; Marie Tharp, 124; Vasily Titov (Vasily.Titov@noaa.gov) first published in *Science,* 23 Sept. 2005 128; Tom Tom (screen) 12y; Edward R. Tufte, *The Visual Display of Quantitative Information,* Cheshire, Connecticut, 1983 190a; Utrecht University Museum, Institute of History and Foundations of Science, courtesy Rob van Gent, Tiemen Cocquyt and Carl Koppeschaar 141a; University of Arizona, Tree Ring Research Laboratory 122y; University of Cambridge Library 121; University of Cambridge Library/negative 7857 from RGO.118 62; University of Oklahoma Libraries/History of Science Collections 145y; University of Utrecht 214–15; US Federal Government 175a; Vatican Museums, Rome 209a; Jean Vertut 46; James D. Watson with Andrew Berry, *DNA,* London, 2003 © Wellcome Photo Library/The Sanger Centre 178a; Adrian White, University of Leicester 199; Peter Whitfield, *The Image of the World,* London, 1994 25a; wikipedia.org 69y, 84y, 134; wikipedia.org/Library of Congress, Washington, D.C. 153; www.worldmapper.org © 2006 SASI Group (University of Sheffield) and Mark Newman (University of Michigan) 207; Yale University Library, Babylonian Collection NBC 7309 57.

Yayıncılar, diyagram ve çizimlerin oluşturulmasında referans ve bilgi sağlayan şu kaynaklara minnettardır: *New Scientist* 16, 87, 143, 180so, 184so and 184sa; Ken Alder, *The Measure of All Things,* London, 2002 27; R. D. Connor, *The Weights and Measures of England,* London, 1987 30yso; Charles Seife, *Zero: The Biography of a Dangerous Idea,* London, 2000 39; National Physical Laboratory 65y, 65a, 99sosa, 110a; J. Smith and N. A. Beresford, *Chernobyl Catastrophe and Consequences,* Chichester, 2005 75y; Peter Atkins, *The Periodic Kingdom,* London, 1995 89; wikipedia.org 91, 165, 171y, 198; Alex Hebra, *Measure for Measure,* Baltimore, 2003 95a, 98 (both); Gavin Pretor-Pinney, *The Cloudspotter's Guide,* London, 2006 113; Felix M. Gradstein, James G. Ogg and Alan G. Smith, *A Geological Time Scale,* Cambridge, 2004 121, 122a; Bruce A. Bolt, *Earthquakes,* New York, 1999 127 (both); Rosaly M. C. Lopes, *The Volcano Adventure Guide,* Cambridge, 2005 129y and 129a; Rainer Flindt, *Amazing Numbers in Biology,* Heidelberg, 2006 135l and 135o; Patrick Moore, *Patrick Moore on the Moon,* London, 2001 139; John Naughton, *A Brief History of the Future,* London, 2000 169a; Jean Pope, *Medical Physics Imaging,* Oxford, 1999 181; Shirley Bond, *Home Measures,* London, 1996 192.

Dizin

İtalik sayfa numaraları resim, şema ve tabloları belirtir.

abaküs 35, *35*
açı 21, 36, 41, 55-6, *55-6*, 68, 107
ağırlık *2-3*, *4*, 8, *8*, 11, 16, 47-50, *47-50*, 95-6, 184
ağrı dereceleme endeksi 191, *191*
Airy, George Biddell 68, 78
alan 12, 53, *53*
Aldrin, Buzz 213
alıntı dizini 8, 175
alkol derecesi (proof) 186
alkol içeriği 186
Allen, Elias 56
altın 133
altın oran 42, *42*
amfora (birim) 50, 54
amper (birim) 16, 103, 118
Ampère, André-Marie 103
Anaksagoras 39
analemma (günizi) *146-7*, 147
Anderson, Philip 66
angstrom (birim) 81
Antikythera mekanizması *137*
Apollo Ay seyahatleri 17, 38, 95, 139, *140*, 213
Apollonius 39
Aquinas, Aziz Thomas 12
Aristarkos 21
Aristofanes 11
Aristoteles 21, 112, 137
Armstrong, Neil 139
Army Beta testi 174, *174*
arpa tanesi 51
arpent (birim) 27
Arşimet 16, 21, 32, 39, 47, 50, *50*, 133, 153, 171, 213
Asimov, Isaac 213, 217
Asitlik 91
Askeri Ölçüm Dairesi (İngiltere) 108-09
astronomik birim (AU) 81
Atkins, Peter 88, 93
Atmosfer 73, 112, *112*
atom saati 17, 61, 85, *85*, 100
atom teorisi 83-4, *83*, 87-9
aune (birim) 27
aurora (kutup ışıkları) 111, *111*, *142*
Avogadro sabiti 90, 96, 153
Avogadro, Amedeo 90
Avoirdupois 47, *47*
avuç (birim) 41
Ay 24, 26, 34, 95, 137, 138, 139, *140*, 141, 148, 149, 195, *212*, 213
ayak (birim) 31, 51, 52, *52*

Baba Bruegel, Pieter 194
Babilliler 8, 9, 19, 32, 35, 36, 37, 38, 40, 53, *53*, 55, 61, 145, 164, 195
Bach, J. S. 172
Bamshad, Michael 203
barometre 73, *73*
basınç 73, 92, 110, 114
Basov, Nikolai *77*
Batlamyus (Ptolemeus) 21, 22, 23, 25, 40, 137, 138
Bayeux Duvar Halısı *151*
Bazlık 91
Bean, William 217
Beaufort ölçeği *112*
becquerel (birim) 75
beden kitle endeksi 184
belirsizlik 65-6, *65*
bel-kalça oranı 184
Bell, Alexander Graham 102, 159
Bell, Alexander Melville 159, 160
Belville, Henry ve Ruth 62, *62*, 78
beygir gücü 93
bilgi-işlem 17, 38, 79, 128, 201-2, 210
bilgisayarlı tomografi 181
bira tadımcısı 186
bit (birim) 38, 169
biyometrik gösterge *bkz.* kimlik
Blackburn, Simon 9
Blake, William 7
Bluestein, Howard 117
Bohr, Niels 76, 87
boisseau (birim) 27
Bonapart, Napolyon 7, 13, 27, 29, *29*, 31, 71, 195, 206
Bonnel, Jerry 144
Borda, Charles de 28, 56, 65
boylam 21-2, *21*, 23-4
Boyle yasası 92, 216
Boyle, Robert 92, *92*
Brahe, Tycho 56, 137, 138
Brown hareketi 83, 84, *84*, 92
bulut 113, *113*, *116*, 117, 118, *118*, 119, *120*
Bunsen, Robert 98
bushel/kile (birim) 54
Büyük Hadron Çarpıştırıcısı 17, 82
Büyük İskender 145
Büyük Patlama Teorisi 154-5

Cardano, Geronimo 208, *208*
Carroll, Lewis 161
Cartier-Bresson, Henri 168
Cassini (uzay aracı) 141-3, *142-3*, 153
Cassini, Jean-Dominique 25, 26, *26*, 141
Celcius ölçeği 17, 71, 72 , *72*, 93
Cern (Avrupa Nükleer Araştırma Konseyi) 83, *83*
Chadwick, James 87
Chang Heng 74
Chappe, Claude 162
Charles, II. (İngiltere Kralı) 78
Clarke, Arthur C. 12, 110, 213
Cohen, I. B. 141
Colon sınıflandırma *bkz.* kütüphane sınıflandırması
Columbus, Christopher 25, 112
Condorcet, Marquis de 11
Cook, James 24
Crick, Francis 177
Curie, Marie ve Pierre 86, *86*

Çernobil 75
çetele 34
Çin (antik) 34, *34*, 58, *58*, 74, 107, *107*, 149, *149*, 165
çivi 170, *170*
çuval (birim) 47

dakika (birim) 19, 61-2
dalga ölçer 105, 128
Dalton, John 83
Dante Alighieri 161, *161*
Darwin, Charles 134
Davud (İsrail Kralı) 200
Davy, Humphry *187*, 191
de Gaulle, Charles 27
Delambre, Jean-Baptiste-Joseph 27, *28*, *65*
denarius (birim) 60, *60*
dendrokronoloji *122*
deniz kronometresi 24, *24*, 61
deprem 125-8, *125-6*
derece (birim) 55-6
derece (birim) *56*
Descartes, René 40, *40*, 141
desibel 17, 38, 102
Dewey ondalık sınıflandırma sistemi *bkz.* kütüphane sınıflandırma sistemi
dil 159-60, *160*, 161, 211
Dilke, O. A. W. 41
Diyojen 145
dize (metre ve vezin ölçüsü) 161
DNA (deoksiribonükleik asit) 17, *105*, 105, 177, *177*, 178
DNA'lı profilleme *bkz.* kimlik
Doğruluk 65-6, *65*
Doğu Pasifik Yükseltisi 123, *124*, 135
Doppler kayması 102, 102, *117*, 154
Dow-Jones Sanayi Endeksi 17, 207
dönüm (birim) 53
Dwyer, Joseph 118

E sayısı 185, *185*
eczacılık 189, *189*
Einstein, Albert 10, 19, 40, 45, 68, *68*, *77*, 83-4, 100, 137, 138, 152, 153, *153*, 155, 157, 174, 203, 213
elektrik 103-4, 118
elektron yakalama dedektörü 90, *90*
elektronik oylama 199
Elizabeth, I. (İngiltere Kraliçesi) 52, 53, 54
elmas 133, *133*
endaze (birim) 9
enerji 93-4, 127, 185
enlem 21-2, *21*, 23
Eratosthenes 21-2
Escher, M. C. 45
esneklik modülleri 97
Essen, Louis 85
etki faktörü (derginin) 8, 175, 214
Etna Dağı 106, *106*, 129
Everest Dağı 17, 73, 109
Everest, George 108, 109, *109*

Fabre d'Eglantine, Philippe 195
Fahrenheit ölçeği 17, 71-2, *72*, 93
Faraday, Michael 103, *104*
Feynman, Richard 10, 105, *105*
fırtına 114-18, *114-16*
Financial Times Borsa Endeksi 207
Fitzroy, Robert 73, *73*
Flamsteed, John 56
fonetik *bkz.* dil
fotoğrafçılık 168, *168*
fraktal 43-4, *43-4*
Franklin, Benjamin 59, 118
Fransız Devrimi 14, 19, 26, 27, 28, 29, *29*, 30, 55, 61, 162, 195, *195*
furlong (birim) 52

Galen 179
Galileo Galilei 45, 67, *67*, 73, 85, 138, 141, 145
galon (birim) 53
Galton, Francis 201, *201*
galvanometre 103
Gamow, George 154
Gay-Lussac, Joseph-Louis 186
Geiger, Hans *75*
Geiger-Müller sayacı 17, 75
gen/genom 177
genetik parmak izi *bkz.* kimlik
geoid 26, 26
geometri 40-45, *40-45*
George, III. (Büyük Britanya Kralı) 24, 71
Gilmozzi, Robert 68
Gombrich, Ernst 7
Gould, Gordon 77
Görelilik 40, 100
göz testleri 183, *183*
Graunt, John 200
gray (birim) 87
Greenspan, Alan 208
Greenwich Gözlemevi 62, *62*, 68, *68*, 78, *78*, 108
Greenwich Saati (GMT) 17, 24, 62, *62*, 68, 78, 85, 197, *197*
Gregory, XIII. (Papa) 195
GSMH/GSYİH 207, *207*
Gutenberg, Johannes 42, 167
Güneş 21, 23, 24, 26, 76, *76*, 81, 87, 98, 100, 112, 120, 137, 138, 141, *145-8*, 145-8, 149, 188, 195

güneş koruma faktörü 188
Güney Pasifik Balonu 208

hacim *4*, 11, 53-4, *53-4*, 92
Hadley, George 112
halkalı küre *136*, 137
Halley kuyrukluyıldızı 151, *151*
Halley, Edmond *55*, 151
Hamilton, William 130-31
Harrison, John 24, *24*
Harun el Reşid 37
Harvey, William 179
hata 65-6
Hawking, Stephen 152
Hebra, Alex 50, 137
Heezen, Bruce 123
hektar (birim) 53
Henry, Edward 201
Herodot 34
Herschel, John 168
Herschel, William (gökbilimci) 67
Herschel, William (vekil) 201
hertz (birim) 102, 172-3, 216
Hertz, Heinrich *45*, 104, 216
Hertzsprung-Russell grafiği 149
hesap cetveli 38, *38*
hesap makinesi (elektronik) 38
Hevelius, Johannes *55*, *55*, 137
Hidrometre 186, *186*
Hindistan Büyük Trigonometrik Yer Ölçümü 108, 109, *109*
Hintliler (antik) 8, *8*, 37, 39, 47
Hipparkos 21, *21*, 22, 23, 40, 149
Hirsch, Jorge 175
Hitler, Adolf 167
Hogarth, William 23, 196
hogshead (birim) 53
Holman, Gordon 148
Hooke, Robert 56, 69, 92
hortum *bkz.* fırtına
Horvath, John 142
Howard, Luke 113
Hoyle, Fred *55*, 155
Hubble uzay teleskopu 17, 68, 81, 142, 213
Hubble yasası 154, *154*
Hubble, Edwin 68, 153, 154-5, *154*
Hutton, James 121, *121*
Huygens sondası (uzay aracı) 142-3, *142-3*
Huygens, Christiaan 61, 141, *141*
Hükümetlerarası İklim Değişikliği Grubu (IPCC) 119, 120

Ig Nobel ödülü 217
IQ (zeka katsayısı) *bkz.* zeka
ırk 203, *204*
ışık yılı (birim) 149

İbni Rezzaz El Cezeri 63
İncil 7, 42, 121, 167, *167*
inç (birim) 35, 51
İnkalar 35
İnsan Irkı Makinesi 203, *204*
interferometre 77, *96*
iris tanıma *bkz.* kimlik
İsa 7
İyon 89, 91
izotop 86-7

Jackson, Patrick Wyse 122
Jefferson, Thomas 14
Jeffreys, Alec 178
jeodimetre *132*
jeolojik çağ 121-2, *121-2*
jul (birim) 93, 185
Jüpiter 26, 67, 81, 85, 141, 143, 147

kağıt ebadı 165, *165*
kalori (birim) 185
kamera 168, 202
kamuoyu yoklaması 9, 199, *199*
kan grupları 179-80
kandela (birim) 16, 99
kara delik 152
karat (birim) 133
kasırga bkz. fırtına
Keeling, Charles David 119, 119
Kelvin ölçeği 15, 71, 72, *72*
Kelvin, Lord 10, 72, *72*, 93, 104, 216
Kepler yasaları 138, *138*
Kepler, Johannes 42, 138, *138*
kesinlik 65-6, *65*
Kilauea 129, 131, 132, *132*
kilogram (birim) 15, 95-6, *95*, *96*
kimlik 178, *178*, 201-202, *201-202*
kitap ebadı 165
Klein, Arthur 51, 53, 61, 98, 172, 218
Knight, Gowin 107
Koebel, Jacob 52
konsantrasyon (kimyasallar) 90-91, 119-20, 144, 186
koordinatlar 40, *40*, 137
Kopernik 21, 40, 137, 138
Kozmik Arkaplan Araştırıcısı (uzay aracı) 155
Krakatoa 128, 129, 131
Kraliyet Akademisi 10, 13, 69, 78, 79, 92, 107, 130, 175, *175*, 201
Kraliyet Enstitüsü 78
Ksenofon 164
kuantum teorisi 84
kuart (birim) 53
Kubilay Han 58, 114
Kubrick, Stanley 213
kuipu 35, *35*
Kula, Witold 10, 13, 14, 28, 47
kuluçka dönemi (hastalıkların) 190
Kum Hesaplayıcısı (Arşimet'in) 16, 39, 213
kumar 208, *208*
Kuyrukluyıldız 151, *151*

kübit (birim) 8, *8*, 41, 51, *51*
Küresel Konumlama Sistemi (GPS) *12*, 17, 24, 26, 85, 100, 108, 110-11, *110*, 131
Kütle 95-6, *95-6*
Kütleçekim Sondası B (uzay aracı) 100
kütüphane sınıflandırma sistemi 166

La Tour, Georges de 210
Lambton, William 109, *109*
Landsteiner, Karl 179
Laplace, Pierre-Simon 39, 61, 152
lazer 17, 30, *64*, *77*, *132*
lens 183, *183*
Leonardo da Vinci 42, 176, 183
libra (birim) 48
Lichtenberg oranı 165
liftin uskuru 171, *171*
Lineer B 37, 163
Linnaean sınıflandırma sistemi 113
Linnaeus, Carl 134
livre (birim) 59
logaritmik ölçek 38, 91, 98, 102, 127, 149, 172
Louis, XIV. (Fransa) 25, 27, 78, 141, 188
Love, A. E. H. 74
Lovelock, James 90
Lowell, Percival 144
Lykken, David 202

Mach sayısı 102
Mackay, Charles 208
Magna Carta 9, *9*, 17, 53
Magnello, Eileen 79
Maiman, Theodore 77
Maitre Phonétique, Le (dergi) 159, *159*
Mallet, Robert 125
malzemeler (özellikleri) 97, *97*
Mandelbrot seti *44*
Mandelbrot, Benoît 43, 44
manyetik rezonans görüntüleme (MRI) *12*, 17, *156*, 157, 174-5, *175*, 181, 182, *182*, 202
manyetizma 103-104
Mars 31, 95, 141, 143, 144, *144*, 147, *147*, *168*
Mauna Kea (Hawaii) *67*, 149, *150*
Maxwell, James Clerk 104
Mayalar (antik) 35, 37, 38, 163, 195
Méchain, Pierre-François-André 27, *28*, 65
Melzack, Ronald 191
Mendeleev, Dimitri 83, 88
Mercalli ölçeği 125-6, *126*
Mercalli, Giuseppe 125
Mercuri, Rebecca 199
mesafe *bkz.* uzunluk
metre (birim) 13, 15, 27-9, 30, *30*
Metre Antlaşması 14, 16, 17
metrik sisteme geçiş 14, *15*, 30-31, *31*

Mısır (antik) *2-3*, 4, 8, 11, *11*, 19, 32, *32*, 38, 41, 48, *48*, 51, 54, *54*, 158, *158*, 159, 163, 188, 205, 206
Michell, John 125, 152
mikroskop: elektron 17, 69-70, *70*, 105; optik 17, 69, *69*, 187
mil (birim) 52
milibar (birim) 73
milliare (birim) 52
Milne, John 74
milyonda parça (birim) 90
Minard, Charles Joseph 13
Mohs ölçeği 17, 133
mol (birim) 16, 90
Moore, Patrick 139, 213
Morison, Stanley 167
Mors alfabesi 162, *162*
Mouton, Gabriel 28
Mozart, W. A. 173, 174
müzik *4*, 172-3, *173*

nanoteknoloji 105
Napier, John 38
Nasa (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi) 31, 100, 111, 139, 151, 168
Nature (dergi) 16, 105, 144, 151, 175, 177
Naughton, John 169
Nautical Almanac [Denizcilik Almanağı] 13, 24
Naziler 167, 200
Nemiroff, Robert 144
Nernst, Walther 216
Neron 183
Newcomen, Thomas 93
Newton, Isaac 10, 25-6, *26*, *67*, 92, 100, 107, 138, 141, 153, 183, 195, 196, 208
Nightingale, Florence 190
Nilometre *52*
Nobel ödülü 9, 45, 66, 77, 78, 86, 175, 216
nokta (birim) 167
nüfus sayımı 200, *200*
nükleer hap 181, 182, *182*

Oersted, Hans Christian 103
oktan sayısı 90
Olimpiyat Oyunları 167, 209
ons (birim) 48
Oppenheimer, Robert 152
Orta Atlantik Sırtı 123, *124*
Ovid 141
oyunlar 209-10, *210*
ozon deliği *119*

Öklid 41, 42, 43

Packer, Kerry 208
para 12, 34, 48, 57-60, *57-60*, 207
Paracelsus 90

Paris gözlemevi *25*, 78, 108, 141
parmak eni (birim) 41
parmak izi *bkz.* kimlik
Parthenon 11, 42, *42*
partiküllü madde 187
pascal (birim) 73, 101
Pascal, Blaise 73, 208
Pasteur, Louis 190
paund: para birimi 60; ağırlık birimi 48, 73
Pavord, Anna 134
peni (birim) 60, 171
Penizas, Arno 155
Pepys, Samuel 69, 164, *164*
periyodik tablo (elementlerin) 88
Perrin, Jean 84
Petroski, Henry 170
pH skalası 91, *91*
Phidias 42
pi 32, 45, 56
Pinatubo Dağı 131-2
Pinker, Steven 159
pint (birim) 53, *54*
Piramitler 11, *11*, 41, 51
Pisagor 21, 23
Pitman, Isaac 164
piyango *bkz.* kumar
Planck sabiti 96, 153
Planck, Max 84, *84*
Platon 41, 188
Pliny: Yaşlı 130, 183; Genç 129, 130
polen sayımı 187, *187*
poligraf *bkz.* yalan makinesi
Pollock, Jackson 44, *44*
Poole, Robert 196
Pope, Alexander 161
Porter, Theodore 8, 181, 199, 207, 216
Portsmann, Walter 165
posta kodu 198, *198*
Procrustes 7
Prokhorov, Alexander 77
Protagoras 16, 213, 215, 217
pusula 107, *107*

Quetelet, Adolphe 184
Quilter, Jeffrey 35

radar 115, *115*, *116*, 117, 173
radyan 56
radyoaktivite 75, 86-7
Ray, Satyajit 210
Rayleigh, Lord 69, 74, 78, 78
Réaumur ölçeği 13, 71
reçeteler (tıbbi) 189, *189*
renk 98-9, *99*
Rhind Matematik Papirüsü 32, *32*, 41
Richter ölçeği 17, 38, 127, *127*
Richter, Charles 126, 127
Rigden, John 83
Ritty, James 60
Robinson, Ian 95
Rockwell sayısı 133
rod/rode/rood/rute (birim) 52, 53
Roemer, Ole 71-2
Romalılar (antik) 8, 37, 48, *48*, 51, 54, *54*, 60, *60*, 167, 170, 205, 209, 213
Rosetta Taşı 158, *158*
Rothemund, Paul 105
Roy, William 108
Rubu/kuadrant 55, 56, *56*
Russell, Bertrand 33, 83
Rutherford, Ernest 75, 87
rütbe (askeri) 205, *205*

saat (birim) 19, 61-2
saat *9*, *18*, 24, *24*, 61-2, *61-2*, 85, *85*
sabit (doğanın) 153
Saffir-Simpson ölçeği *115*
Sagan, Carl 154
San Andreas Fayı 123, *124*, 126
saniye (birim) 15, 61
sarkaç 28-9, 61, 74, 85, 125
Satürn 141-43, *142*, 147, 153
sayısal sistemler 16, 32-9, 32, 35-8
sayma *bkz.* sayı sitemleri
Scheiner, Christoph 145
Schöner, Johannes 25
Sefe değişkenleri 149, 154
Seguin, Edouard 71
sekstant 23, 55, *55*
semafor 162, *162*
sent (müzik birimi) 172
sera etkisi 119, *120*
ses 101-02
Sezar, Jül 195
Sfigmomanometre 17, 179
Shakespeare, William 7, 61, 161, 215
Shelton, Thomas 164
SI *bkz.* Système International d'Unités
sıcaklık 13, 71-2, 93, 110, 117, 119-20, 132, 145, 155
sıfır 39-40
sınavlar 8
Sikes, Bartholomew 186
silahta bore/kalibre/gauge 206, *206*
sismograf 17, 74, *74*, 125, 127, 131
Snellen kartı 183
Snow, John 190, *190*
Socrates 9, 164, 175
Soddy, Frederick 86
Sone 161
sonsuzluk 39
Sorensen, Soren 91
Spearman, Charles 174
sporda rekor 210
Sputnik (uzay aracı) 17, 110
Stanford-Binet testi 17, 174
Stardust sondası (uzay aracı) 151
steno 164, *164*
Stetoskop 17, 181
stres faktörü 192, *192*
Sümerliler 36, 51, 163
Sylvester, II. (Papa) 40
Système International d'Unités (SI) 15-16, 17, 19, 30, 50, 61, 71, 93, 99, 103, 193, 216

Şarlman 27, 167
şilin (birim) 60
şimşek 118, *118*

Tagore, Rabindranath 188, 213
takımyıldız *bkz.* yıldız
takvim 9, 19, 195-6, *195-6*
tayfölçer 64, 76, 119
Taylor, Richard 44
tektonik plakalar 123, *124*
teleskop 17, 23, 55-6, 67-8, *67-8*, 79, 141, *141*, 149, 152, 153, 154
Teodolit 108, *109*
Terman, Lewis 174-5
termometre 17, 71-2, *71*, 79, 132, *132*, 181, 186, 193
terza rima 161
Thales 41
tipografya 167, *167*
Titov, Vasily 128
tog (termal derece) 193
topluluk isimleri *bkz.* dil
Torricelli, Evangelista 73, *73*
Townes, Charles *77*
tsunami 128, *128*
Turing, Alan 79, 169, *169*
türler (biyolojik) 134-5, *135*

ultrasonikler 102, 181, 182, *182*
Ulusal Fizik Laboratuvarı (İngiltere) 48, 65, 78, 85, 95, 96, 99
Ulusal Standartlar Bürosu (ABD) 78, 79, *79*
Uluslararası Adlar Dizini Kılavuzu 134
Uluslararası Ağırlık ve Ölçüler Bürosu 15, 17, 30, 48, 78, 95
Uluslararası Bakım Talimatı Etiketleme Kodu 193, *193*
Uluslararası Fonetik Alfabe 17, 159-60, *159*, *160*
Uluslararası Standart Kitap Numarası (ISBN) 17, 166, *166*, 169
Usturlap 23, *23*
uydu 12, 17, 24, 106, 108, 110-11, *110*, 115, 117, 128, 131
uzunluk 8, *8*, 10, 11, *12*, 14, 21-3, 27-9, *28-9*, 41, 43, 51-2, *51-2*, 66, 77, 108-109, 154

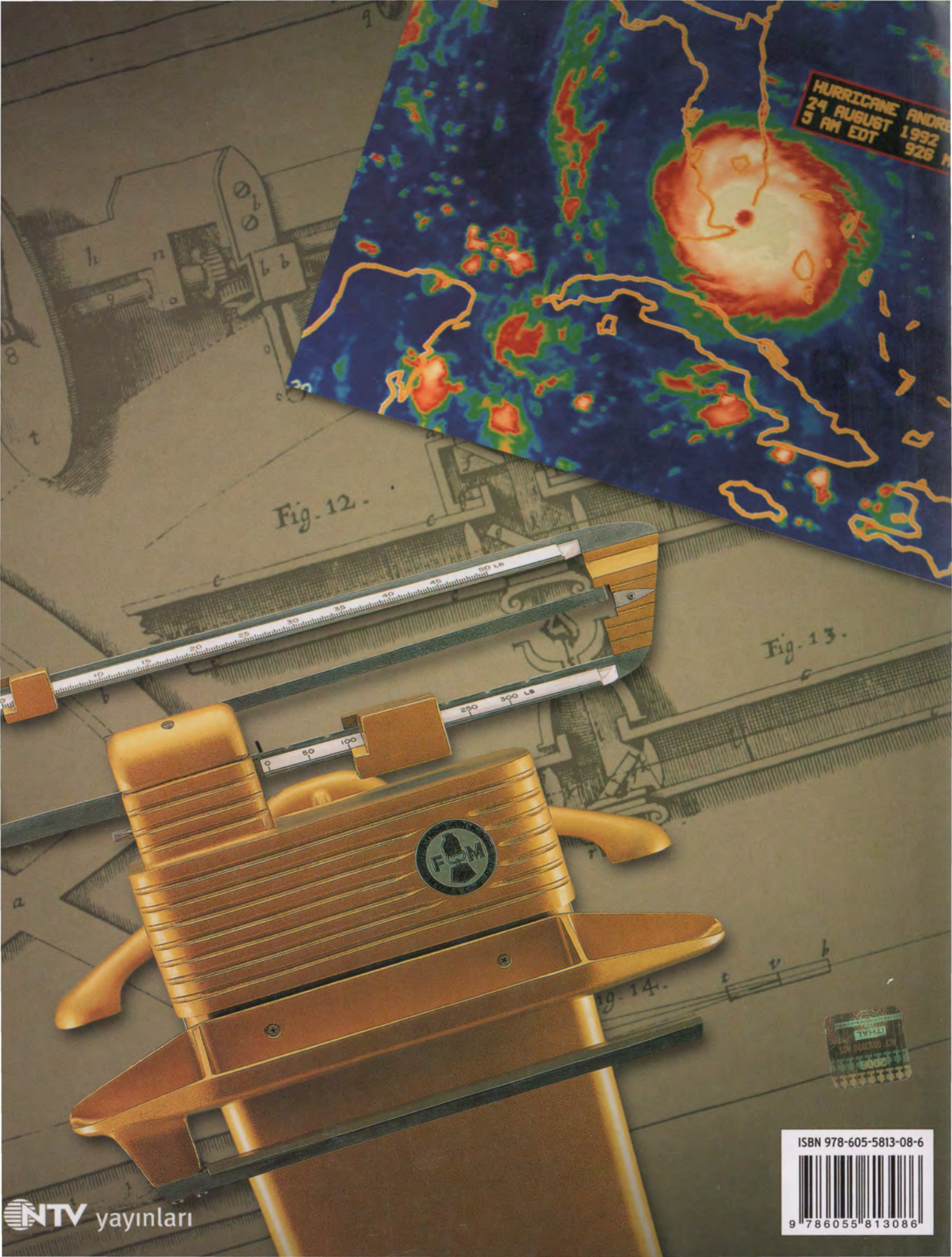
valans 89
van Leeuwenhoek, Antoni 69
Venüs 76, 141, 143, 144, *144*, 149
Vezüv Dağı 129-30, *130*
vida 171, *171*
Vidie, Lucien 73
Vitrivius 176
volkanik patlama endeksi 129, *129*
volt (birim) 104, 118
Volta, Alessandro 103
Voltaire 26, 157

Wall, Patrick 191
Watson, James 177
watt (birim) 93, 99
Watt, James 93, *93*
Wedgwood, Josiah 71
Wegener, Alfred 123, *123*
Weinberg, Steven 153
Wheeler, John 152
Whitfield, Peter 215
Whitworth, Joseph 171
Wigner, Eugene 45
Wilkinson Mikrodalga Anizotropi Sondası (uzay aracı) *155*
Wilson, Edward O. 135
Wilson, Robert 155
Woolf, Leonard 151
Wren, Christopher 69, 107

X-ışınları *1*, 4, 118, 181

yağ lekeli ışıkölçer 98
yalan makinesi 192, 202, 217
yanardağ *106*, 129-32, *129-30*, *132*
yankısız oda *101*
yarda (birim) 31, 51
yaylı terazi 50, *50*, 94, *94*
Yaz Saati 197
yazarkasa 60, *60*
yazı sistemleri 163-4, *163-4*
yer ölçümü *4*, 25-9, *27*, 28, 108-109, *108-109*
yıldız 149, *149-50*
yıldız kadiri 149
yoğunluk *50*, *50*
Young, Thomas 4, 13-14, 92, 93, 99, 103, 183, *183*
Yunanlar (antik) 7, 8, 11, 16, 19, 21-3, 25, 32, 34, 37, 39, 40, 41, 42, *42*, 50, *50*, 51, *51*, 83, 136, 138, 188, 205, 209, *209*, 213, 217

zaman 19, 24, 36, 61-3, 85, 121-2, 154, 173, 190, 195-7, 210
zaman dilimi 197, *197*
zeka 9, 174-5
Zeno 39
Ziebart, Marek 109
Zijlstra, Albert 113



ISBN 978-605-5813-08-6

NTV yayınları