

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/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>



Bir Nefeste

BÜYÜK BİLİM İNSANLARI

NICOLA CHALTON &
MEREDITH MACARDLE

Dünyanın nasıl işlediğini öğrenme
konusunda tutkulu insanlar
olmasaydı bilim var olmazdı.

Bu kitapta;
2.500 yıl boyunca yapılan
keşifleri

Antik çağlardan modern döneme kadar
yapılmış bilimsel çalışmaları

Aristo, Galilei, Darwin, da Vinci,
Curie ve Hawking gibi, tabuları
yıkamaya cesaret eden zihinlerin
hayatları ve çalışmalarını bulacaksınız.

İnceleme

f /mayakitap

t /mayakitap

@ /mayakitap

www.mayayayinlari.com

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

Bir Nefeste



Büyük Bilim İnsanları

Maya Kitap: 160, İnceleme: 39

1. Baskı, İstanbul Eylül 2017

2. Baskı, İstanbul Ağustos 2019

ISBN: 978-605-9902-71-7

Orijinal Adı: The Great Scientists in Bite-Sized Chunks

Copyright © Basement Press 2015

Türkçe yayın hakları Nurcihan Kesim Telif ve Lisans Hakları Ajansı

Yayın Yönetmeni: Tahir Malkoç

Editör: Selin Saraçoğlu

Son Okuma: Nalan Barbarosoğlu

Mizanpaj: Mehmet Büyükturba

Kapak Uyarlama: Mehmet Büyükturba

Maya Kitap * Sertifika: 14079

Gürsel Mah. Erzincan Sok. No: 36B Kağıthane / İstanbul

e-posta: info@mayayayinlari.com / www.mayayayinlari.com

Mutlu Basım Yayın - Bahri Mutlu * Sertifika: 18569

Davutpaşa Cad, Güven İş Merkezi C Blok No: 256 Topkapı / İstanbul

Tel: 0212 577 72 08

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

Büyük Bilim İnsanları

Nicola Chalton &
Meredith Macardle

Çevirmen
Melda Uytun



Bir gün bilim insanı olmak isteyen Felix'e...

İçindekiler

ÖNSÖZ	9
1. BÖLÜM	
Gökbilim ve Evrenbilim:	
Evrene Bilimsel Bir Bakış	13
2. BÖLÜM	
Matematik:	
Sayı Bilimi	51
3. BÖLÜM	
Fizik:	
Cisimler Nelerden Oluşur?	77
4. BÖLÜM	
Kimya:	
Elementler ve Bileşiklerin Keşfi	107
5. BÖLÜM	
Biyoloji:	
Dünyadaki Yaşamın Nitelikleri	131
6. BÖLÜM	
İnsanoğlu ve Tıp	157
7. BÖLÜM	
Jeoloji ve Meteoroloji	187
Dizin	210

Önsöz



Bilim günümüzde iki şeyden oluşuyor: Etrafımızdaki dünyanın araştırılması ve bu araştırmanın nasıl yapıldığı, yani bilimsel yöntem. Bilimin çeşitli dalları evrenin doğuşundan en küçük parçacığına, insan bedeninden taşlar ve minerallere, şimşeklerin gücünden X ışınları, radyoaktivite ve yerçekimi gibi görünmez güçlere kadar her şeyi inceliyor.

Atalarımız büyük olasılıkla geceleri gökyüzüne bakıp dünyanın nasıl meydana geldiğini merak ediyor ve ilk şifalı bitkileri topluyorlardı; ancak bilimsel yöntem henüz oldukça yeni. Pek çok araştırmacı, farklı konularla ilgili varsayımlarını sunmuş, ancak bu varsayımları dikkatlice oluşturulmuş ve aynı sonuca ulaşmak için tekrarlanabilen deneyler aracılığıyla test etmeyi düşünmemişti. Günümüzde, bir bilim insanının yeni bir varsayım için etraflıca test edilmiş bir delil sunmaması düşünülemez. Gökbilim gibi bazı bilim dallarında deney yapmak her zaman olası değildir; ancak tahminler ve gözlemler bir varsayımı doğrulamak ya da reddetmek için kullanılabilir.

Eski Yunan filozof-bilim insanları, optik üzerine çalışan Arap İbn-i Heysem, ortaçağ İngiliz keşişi Roger Bacon ve

İtalyan gökbilimci Galilei, deneye dayanan bilimsel yöntemin ilk destekçileri arasında yer almaktadır. Ancak bilimsel tutumdaki önemli değişim on yedinci yüzyılda, en önemli bilim insanlarından biri olan Isaac Newton'ın yaklaşımı sayesinde yaşandı. Newton, önerme ve deneyleri kapsayan "bilimsel usavurma" kuralları'nı ileri sürdü ve kısa zamanda tüm araştırmacılar bu yöntemi benimsedi.

Çoğu bilim dalında, ispatlanmış bir varsayım, yeni bir varsayım aksini ispatlayarak yeni bir yaklaşım sunana kadar bilimsel bir "gerçek" olarak kabul edilir. Bilim bu şekilde, yeni fikirlerin eskilerin yerini almasıyla gelişir. Ancak matematik bir istisnadır; bir varsayım ispatlanıyorsa değişmez, asla aksi kanıtlanamaz. Sistemli ve formüle edilen bilgi birikimi içeren matematik tüm bilimselliğine rağmen, fiziksel evreni araştıran doğa bilimlerinden oldukça farklıdır. Doğa bilimleri, fiziksel evrenin tanımlarını ya da safhalarını anlayabilmek için deneysel bulgular toplarken matematik gerekli gerçekler için kanıt toplar. Ancak matematik, doğa bilimlerinin evreni tanımlamak için kullanacağı dili sağlar, bu bakımdan fen bilimlerine son derece bağlıdır.

Pek çok bilimsel buluş ve ilerleme, teknolojik değişimlere öncülük ettiği için bilim sık sık teknolojiyle birlikte anılır. Örneğin Thomas Edison'ın ampülü icadı, elektriğin icat edildiği zamanlara dayanıyordu; uzayın keşfi bize takvimleri ve uzay araçlarında kullanılan ileri teknoloji ürünü seramikleri verdi ve başka pek çok fayda sağladı. Bilim, günlük hayatımızı tıbbi teknolojiden bilgisayarlara ve onlarsız yaşayamadığımız akıllı telefonlara kadar her yönden etkiledi.

Şüphesiz, dünyanın nasıl işlediğini öğrenme konusunda

*Bilinen ya da doğru olarak kabul edilen belli önermelere dayanarak başka önermeler çıkarma, önermeden önermeye geçerek düşünme. (e.n.)

tutkulu insanlar olmasaydı bilim var olmazdı. Bu kitap, evreni kavrayışımızı şekillendirmiş bazı önemli bilim insanlarını sizlere tanıtmayı amaçlamaktadır.

Gökbilim ve Evrenbilim: Evrene Bilimsel Bir Bakış



Eski çağlardan beri insanlar dünyamızın uzağındaki gök cisimlerini (Güneş, Ay, yıldızlar ve gezegenler) gözlemleyerek evreni anlamlandırmaya çalıştı. Gökbilimsel olayların tekrar ettiğini ve bu tekrarların belirli döngülerle gerçekleştiğini fark eden Babil ve Mısır uygarlıkları, yıldız haritaları çıkararak tutulmalar, kuyrukluyıldızlar, Ay ve en parlak yıldızların hareketleri gibi olaylarla ilgili öngörülerde bulundu. Onların bu kayıtları, zamanı ölçme ve yön bulma konularında kaynak teşkil etti.

Kendilerinden önceki yüzlerce yıllık gözlemden faydalanan antik Yunanlar, yıldız gruplarına, yani takımyıldızlara “Avcı Takımyıldızı (Orion)” ve “İkizler Takımyıldızı (Castor ve Pollux)” gibi mitolojik figürlerin adlarını verdiler. 1. yüzyılda Batlamyus’un^{*} listelediği kırk sekiz Batı takımyıldızı, günümüzde bilinen seksen sekiz takımyıldızın arasında yer almaktadır. Aynı şekilde Romalılar da bazı gezegenleri adlandırdılar: Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn. Güneş ışığını

* Yunan mitolojisinde Leda’nın ikiz oğulları. (ç.n.)

** Yunan matematikçi, coğrafyacı ve gökbilimci. (ç.n.)

yansıtan bu gezegenler, “parlak yıldız”lar olarak görülüyordu.

On yedinci yüzyılda icat edilen optik teleskop, Dünya merkezli evren fikrini sonsuza dek değiştirdi. Kısa süre içinde evrenin hayal edilenden çok daha büyük olduğu anlaşıldı. Uzayı derinlemesine araştıran gökbilimciler, Güneş sistemi-mizde yeni gezegenler (Uranüs ve Neptün), küçük gezegenler, uydular, cüce gezegenler (Plüton gibi), gaz bulutları, kozmik toz ve yeni galaksiler buldular.

Günümüzün gökbilimsel araçları arasında uzaktaki kozmik cisimlerden yayılan radyasyonu algılayabilen uydu teleskopları ve diğer gezegenlerden bilgi sağlayabilen uzay sondaları* bulunuyor. Bu araçlar sayesinde gökbilimciler evreni oluşturan parçacıklar ve güçler, yıldızlar, gezegenler ve galaksilerin evrim süreci ve evrenin oluşumu hakkında daha çok keşif yaptılar. Aynı zamanda, evrenin hiçbir teleskop aracılığıyla görülemeyen geniş bir kısmını da keşfettiler: “Karanlık madde”, gökbilimin en büyük gizemlerinden biri olmaya devam ediyor.

İlk Yıldız Kataloğu: Gan De

Çinli gökbilimci Gan De (MÖ 400?-MÖ 340?) ve çağdaşı Shi Shen, bir yıldız listesi ya da yıldız kataloğu oluşturan ilk gökbilimciler olarak biliniyor. Gan De, eski Çin’in kargaşalı savaş döneminde, yıl hesaplamasında düzenli olarak on iki yılda bir gökyüzünde beliren, Güneş sistemimizin en büyük gezegeni Jüpiter’in parlak ışığından yararlanılan dönemde yaşadı; bu yüzden gözlem ve tahminlerinin odağında Jüpiter

* Uzay boşluğuna gönderilerek veri toplamaya yarayan robotik uzay aracı. (ç.n.)

vardı. Teleskopların yokluğunda Gan De ve arkadaşları çıplak göze güvenmek zorundaydı; ancak göksel gözlemlerin en iyi ne zaman yapılabileceği konusunda kendilerine yol gösterecek hesaplamalar yaptılar.

Gan De, gökyüzünde binden fazla yıldız gördü, bunları listeledi ve en az yüz takımyıldız keşfetti. Gan De'nin yıldız kataloğu 200 yıl sonra Yunan gökbilimci İparhos tarafından hazırlanan ve yaklaşık 800 yıldız içeren, Batı'nın bilinen ilk yıldız kataloğundan daha kapsamlıydı.

Gan De'nin, büyük olasılıkla Jüpiter'in dört büyük uydusundan biri olan uyduyu gözlemlemesi, Jüpiter'in bir uydusunun bilinen ilk gözlemidir. 1610'da Galilei yeni geliştirilmiş teleskobuyla uyduları resmi olarak "keşfettikten" çok daha önce gerçekleşmiştir.

Shi Shen ve Gan De, bir yılın hesaplanmasında doğru bir sonuca, yani $365\frac{1}{4}$ 'e yaklaşan ilk gökbilimciler arasındaydı. MÖ 46 yılında Yunan gökbilimci Sosigenes bu hesaplamayı Roma takvimine uyarlaması için Sezar tarafından işe alınacaktı. Ortaya çıkan Rumi takvim, günümüzde de geçerliliğini koruyan Miladi takvimin kullanılmaya başlandığı 1582'ye kadar Avrupa ve Kuzey Afrika'da kullanıldı.

Dünya Merkezli Kozmos Görüşü: Aristo

Milattan önce dördüncü yüzyılda, eski Çin devletleri egemenlik için savaşıırken klasik Yunan kültürü Doğu Akdeniz'deki pek çok koloniye yayılıyor, Batı düşüncesini modern çağda destekleyecek temelleri oluşturuyordu.

Yunanlar, evrenin merkezinde olduklarını düşünüyor, gökyüzü de bu inançlarını güçlendiriyordu. Yıldızlar Dünya'nın etrafında yol alarak doğup batıyor gibi görünür-

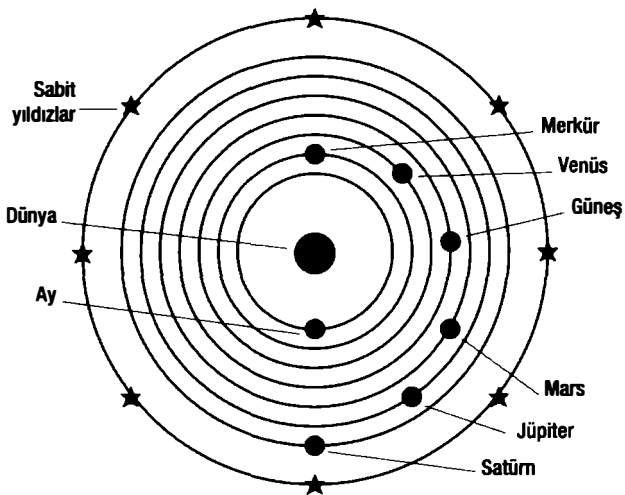
yordu. (Bu yanılısma, Dünya'nın kendi ekseninde dönmesinin bir sonucudur: Dünya doğuya doğru döndüğü için yıldızlar batıya doğru hareket eder gibi görünür.)

Arka planda ışıldayan “sabit yıldızlar”la beraber konumları değişen “gezgin yıldızlar”ı tespit ettiler. Gezgin yıldızlar Güneş, Ay ve Güneş sistemimizin o dönemde bilinen beş gezegeni olan Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn'dü. Yunanlara göre evren, dairesel hareketlerle yörüngelerinde dönen gökcisimleri (Güneş ve gözle görünen gezegenler) ile beraber her şeyin merkezinde sabit bir şekilde duran, kusursuz bir küre olan (antik kültürlerin düşündüğü gibi düz olmayan) Dünya'dan oluşuyordu. “Sabit yıldızlar” ise dış gökkürede bulunuyordu; gökbilimciler on dokuzuncu yüzyıla kadar bu uzak yıldızların asıl hareketlerinin farkına varmadılar.

Büyük doğa filozofu ve bilim insanı Aristo, bu “Dünya merkezli kuram”a kendi fikirlerini kattı. Kurama göre, Dünya ve gökkubbe beş elementten oluşuyordu: Dört dünyevi element (toprak, hava, ateş, su) ve gökkubbeyi dolduran, dünyanın etrafını saran eşmerkezli katmanları oluşturan eter*. Her eşmerkezli eter katmanı gökcisimlerinden birini kapsıyor, Dünya'nın yörüngesinde sabit bir hızla ve kusursuz bir daire çizerek dönüyordu. En dıştaki katmanda bütün yıldızlar sabitti. Dünyevi elementler oluşuyor, bozuluyor ve ölüyordu; ancak gökkubbe kusursuz ve değişmezdi.

Aristo'nun gökbilimsel fikirleri Arap dünyasında kabul gördü ve ortaçağda Hristiyan Avrupa'ya yeniden sunuldu.

* Antik çağ ve ortaçağ bilimine göre, evrenin gökkubbenin ötesindeki bölümünü dolduran, cevher ya da öz de denen element. (ç.n.)



Dünya merkezli gökbilimsel model görüşü antik Yunan'da yaygındı.



Aristo (MÖ 384-322)

Aristo klasik Yunan düşünce dünyasının çok önemli bir figürüydü ve fikirlerinin Batı'da daimi bir etkisi oldu. Tıpla ilgilenen Makedon bir ailenin çocuğu olan Aristo, Platon'un Atina'daki okulunun yıldızlarından biriydi.

Atina'yı büyük olasılıkla Platon'un ölümünden sonra Akademi'nin başkanı olarak görevlendirilmediği için veya belki de II. Filip'in yayılmacı politikası nedeniyle Makedonların sevilmemesi yüzünden terk etti. Ancak Büyük İskender (II. Filip'in oğlu, Aristo'nun

öğrencisi) Yunanistan'ın tamamını fethettikten sonra, MÖ 335 ile 334 arasında bir tarihte şehre geri döndü.

Aristo, Atina'da kendi okulu Lyceum'u işletirken, kendisinden önce yapılmış tüm çalışmalar üzerine ayrıntılı araştırmalar yapmayı sürdürdü. Öğretme ve tartışma yöntemi, konuları gezerken tartışmaktı; Aristoculara bu yüzden "gezginler" denmiştir.

Büyük İskender'in ölümünden sonra Makedonlara karşı duyulan nefret tekrar alevlenince Aristo, tahminen Sokrates'in yetmiş yıl önceki infazına atıfta bulunarak "Atinalıların felsefeye karşı ikinci kez günah işlemele-rine izin vermeyeceğim," dedi ve kaçtı.

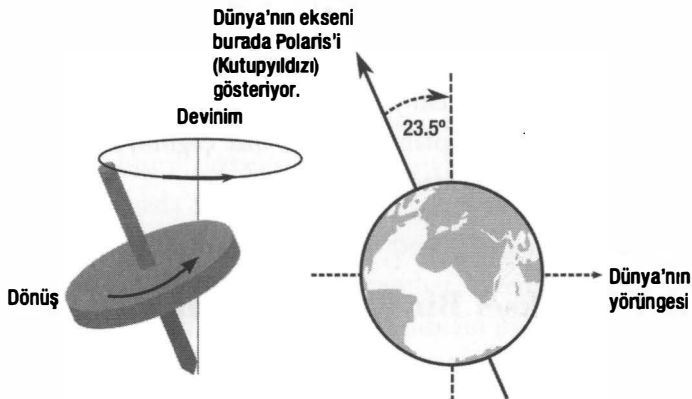


Ekinoksların Devinimi: Hiparkus

Büyük İskender'in izinden giden klasik Yunan kültürü Doğu'ya yöneldi ve bu, Nicaea'lı Hiparkus (MÖ 190?-MÖ 120?) gibi bilginlere ilham verdi.

Hiparkus, bir yıldız kataloğunu derlerken yıldızların konumlarının daha önceki kayıtlarla uyuşmadığını fark etti: Beklenmeyen sistematik bir değişim gerçekleşmişti. Buradan yıldızların değil de Dünya'nın hareket ettiği sonucuna vardı. Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönerken "yalpaladığını" saptadı: Yuvarlak bir eksende dönen bir topacın yalpalayışını hayal edin. Bu yalpalayışın neden olduğu bir dönüşün gerçekleşmesi, Hiparkus'un hesaplamalarına göre yaklaşık 26.000 yıl sürüyor.

* Bugünkü İznik. (ç.n.)



Ekinoksların devinimi: Dünya'nın eksenini 23,5 derece eğiktir ve dönerken bir topaç gibi yalpalar; ancak bir yalpalama (ya da "devinim çemberi") 26.000 yılda bir görülür. Bu durum ekinoksları ya da mevsimlerin başlangıç ve bitişini etkiler.

Hiparkus bu yalpalamaya, ekinoksların (her yıl Mart ve Eylül aylarında gerçekleşen, gündüz ve gecenin eşit olduğu tarihler) beklenenden daha erken gerçekleşmesine neden olduğu için "ekinoksların devinimi" adını verdi.

Zamanla bu farklılık, mevsimlerin antik takvimlere göre farklı zamanlarda başlamasına neden oldu. Bunlar, "yıldız yılı hesaplaması"na dayanıyordu. Hiparkus bu sorunu yeni bir yıl hesaplaması geliştirerek çözdü. Güneş'in bir ekinokstan aynı ekinoksun bir sonraki tekrarına gelmesine kadar geçen zamana "tropik yıl" adını verdi. Yıldız yılından yaklaşık yirmi dakika daha kısa olan tropik yıl, modern miladi takvimimizin temelini oluşturmaktadır. Bu takvimde ekinokslar her yıl aynı aylarda gerçekleşir.

* Dünya'nın Güneş etrafındaki dönüş süresi. (ç.n.)

Hiparkus, yıldız yılı ve tropik yılın uzunluğunu Babillilerin bilgilerini kullanarak doğru bir şekilde hesapladı. Kendisinden iki yüz elli yıl sonra yaşamış olan Batlamyus'tan çok daha doğru hesaplamış olması, bize çağının ne kadar ilerisinde olduğunu gösteriyor.

Matematiksel Bir Evren: Batlamyus

Birinci yüzyılın sonuna doğru dünyaya gelen, önemli antik Yunan gökbilimcilerin sonuncusu olan Batlamyus da Dünya'nın evrenin merkezinde olduğu fikrini benimsemişti. Onun bilime katkısı Güneş ve gezegenlerin hareketlerini matematiksel denklemlerle açıklayıp öngörülebilir bir evren modeli yaratmaktı. Bu model, Yunanları yaklaşık bin dört yüz yıldır düşündüren "Evrenin merkezinde bulunan Dünya'nın etrafında dönen bir gezegen, neden bazen arkasındaki sabit yıldızların pozisyonuna göre geriye doğru hareket ediyor?" sorusuna cevap verebilmiş gibi görünüyordu.

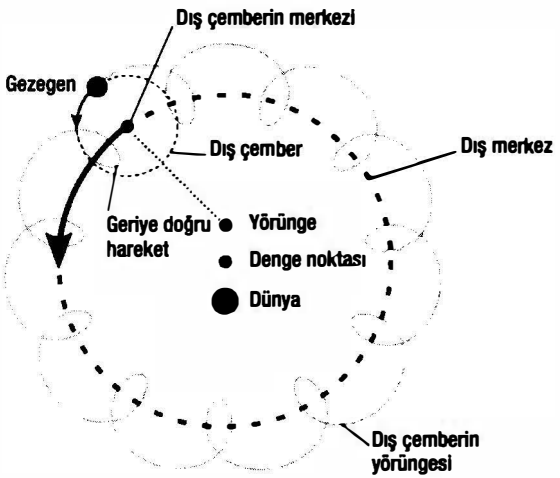
Batlamyus, gökcisimlerinin hareketlerini matematiksel olarak açıklamak için, kendi kurallarını çiğneyerek Dünya'nın gezegenlerin merkezinde olmadığını varsaymak zorunda kaldı. Batlamyus ve destekçileri bunu, "Dünya merkezli kuramda küçük bir değişiklik" olarak kabul etti.

Batlamyus üç geometrik kurgunun birleşimini kullandı. Bu kurgulardan ne dış merkez ne de dış çember yeniydi. Dış çember kurgusuna göre gezegenler Dünya'nın etrafında geniş bir çember üzerinde değil, hem küçük bir çember hem de Dünya merkezli daha büyük bir çember üzerinde hareket ediyordu. Dış çember üzerindeki hareket, gezegenlerin neden

bazen geriye doğru hareket edermiş gibi göründüğünü açıklıyordu.

Üçüncü kurgu olan denge noktası, devrim niteliğindedir. Batlamyus bunu, gezegenlerin Dünya'dan gözlendiğinde neden aynı hızda hareket etmek yerine bazen daha hızlı ya da yavaş hareket ediyormuş gibi göründüğünü açıklamak için oluşturdu. Dış çemberin geniş çember üzerindeki hareket merkezinin Dünya'yla ya da geniş çemberin merkeziyle değil, üçüncü bir nokta olan denge noktasıyla aynı hızda olduğunu iddia etti. Denge noktası ve Dünya, karşıt yönlerde ve geniş çemberin merkezine aynı uzaklıkta bulunuyordu. Gezegenin, yalnızca denge noktası temel alınarak gözlemlendiğinde, düzenli bir şekilde hareket ettiği görülüyordu.

Bu üç matematiksel kurgu (dış çember, dış merkez ve denge noktası) gelenekçilere göre karmaşık ve yetersizdi. Ancak gezegenlerin geriye doğru hareketleri ve neden farklı zamanlarda daha parlak olup Dünya'ya daha yakın göründükleri sorusu gibi gökbilimin kafa karıştırıcı hususlarını açıklıyor gibi görünüyordular. Bu kurgular, modern Güneş merkezli (gezegenlerin Güneş etrafında elips yörüngelerde döndüğünü öne süren) görüşe yaklaşan tahminler yapılmasına olanak sağladı.



*Batlamyus'un Dünya merkezli kuramı, Dünya'yı gezegenlerin yörüngele-
rinin tam merkezine konumlandırmamıştı ve gezegenlerin geriye doğru
hareketlerini açıklayabiliyor gibi görünüyordu.*

Batlamyus'un Dünya merkezli kuramı önce Ortadoğu'da, ardından Batı Avrupa'da kabul gördü. Kuram dini inançlarla uyuyordu; bundan şüphe etmeye cüret eden bilim insanları ise sert ve baskıcı Katolik kilisesinin idam cezasıyla yüzleşiyordu. Ancak 1008 yılında Arap gökbilimciler Batlamyus'un bilgilerini ve fikirlerini sorgulamaya başladı ve yüzyıllar sonra, kuramlarıyla uyuşması için bazı gözlemlerinin üzerinde oynamış olduğu ortaya çıktı.

Batlamyus (MS 83?-161?)

Batlamyus Mısır'da yaşadı. O dönem Mısır, Roma İmparatorluğu'nun bir eyaletiydi. İlk adı "Claudius" Romence olsa da Latince soyadı "Ptolemaeus", Yunan kökenli olduğunu gösteriyordu. Makalelerini de Yunanca yazıyordu. Gözlemlerini bütün bilim insanlarını mıknatıs gibi çeken muhteşem bir kütüphaneye sahip İskenderiye'de yapıyordu.

Batlamyus yazmaya başlayana kadar Yunan gökbiliminde Hiparkus'tan itibaren iki yüzyıllık bir boşluk vardı; bugün Hiparkus'un çalışmalarını Batlamyus sayesinde biliyoruz. Batlamyus müthiş bir birleştiriciydi, evrenle ilgili sorulara yanıt vermek için eski kuramları kullanmayı kabul etti.

Arap Dünyasındaki Gökbilimsel Kayıtlar: Battani

Batlamyus'un gezegenlerin konumlarına dair tahminleri orta-çağın ilk yıllarında parlak bir Arap gökbilimci ve matematikçi olan Battani (MS 858?-929?) tarafından gölgede bırakıldı.

Tanınmış bir imalatçı ve gökbilimcinin soyundan gelen Battani, Müslüman imparatorlukların öğrenmeyi teşvik ettiği, antik Yunan ve Roma felsefesi ve bilimini canlı tuttuğu bir dönemde yaşadı. Doğu ve Batı'nın kesiştiği noktada, Müslüman bilim insanları Çin ve Hindistan gibi Asya uygarlıklarından da fikirler alıp kendi keşifleriyle bu fikirleri

birleştirerek daha sonra Avrupa'ya da yayılacak olan bir bilgi birikimi oluşturdular.

Battani, Güneş, Ay ve gezegenlerin konumlarını içeren ve gelecekteki konumlarını öngörmek için kullanılabilecek ayrıntılı gökbilimsel tablolar hazırladı. "Sabian Tabloları", o dönemde var olan en doğru tabloları ve ileride Latin dünya-sını da etkileyeceklerdi.

Battani, kendinden önceki gökbilimcilerin aksine geometrik yöntemler yerine trigonometri kullandı. şaşırtıcı derecede doğru bir saptama yaparak bir güneş yılının 365 gün, 5 saat, 46 dakika ve 24 saniye uzunlukta olduğunu buldu ve bu, günümüzün hesabından (365 gün, 5 saat, 48 dakika, 45 saniye) yalnızca birkaç dakika eksikti. Dünya'nın Güneş'e, Ay'ın Dünya'ya olan uzaklıklarının yıl boyunca değişkenlik gösterdiğini keşfederek Batlamyus'un haksız olduğunu ortaya koydu. Bunun sonucunda, Ay'ın Güneş'in merkezinin hizasına gelerek kendi çevresinde bir "ateş çemberi" oluşturduğu dairesel Güneş tutulmalarını doğru bir şekilde hesapladı. Battani o kadar saygıdeğer biriydi ki, çığır açan matematikçi ve gökbilimci Kopernik, 600 yıl sonra bile onun çalışmalarını kabul edecekti.

Kutupyıldızı'na Göre Yön Bulma: Shen Kuo

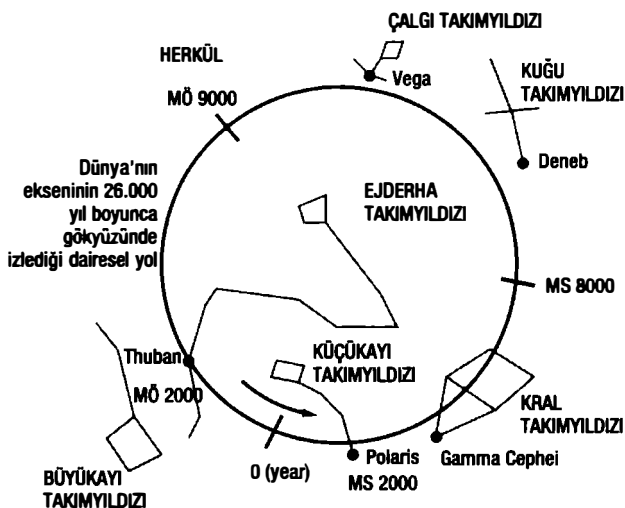
On birinci yüzyılda denizciler, yön işaretlerine ve "Kuzey Yıldızı" gibi gök cisimlerine güveniyorlardı.

Kuzey Yıldızı, Dünya'nın eksenile yaklaşık olarak aynı doğrultuda, kuzey kutbundaydysanız başınızın hemen üstünde bulunur. Dünya eksenini etrafında dönerken kuzey yarımkürede bulunan bir gözlemci Kutupyıldızı dışındaki yıldızların Dünya'nın etrafında döndüğü izlenimine kapılır. Kuzey Yıldızı olduğu yerde durur; kuzey kutbu için mükemmel bir işarettir.

Ufka göre yüksekliği ölçülerek konumun enleminin saptanması için de kullanılabilir.

Antik çağlardan beri Polaris*, kuzey kutbuna işaret etmişti; ancak Dünya'nın ekseninde dönerken yalpalaması, yani ekinoksların değişmesi nedeniyle kuzey kutbu, yaklaşık olarak MS 3.000 yılında başka bir kuzey yıldızı olan Gamma Cephei'yi, MS 15.000 yılında ise Vega'yı gösterecektir. Uzak gelecekte kuzey kutbunu gösteren yıldız yeniden Polaris olacaktır.

Çinli bilge ve devlet memuru Shen Kuo (MS 1031-1095), meslektaşı Wei Pu'yla (MS 1075) birlikte beş yıl boyunca her gece Kuzey Yıldızı'nın konumunu hesapladı. Daha sonra Çin'de manyetik ibreli pusulayı icat etti; bu icadı Avrupa ve Ortadoğu'da denizciler tarafından kullanıldı. Shen Kuo, manyetik ibrelerin coğrafi kuzey ve güneyi değil, manyetik kuzey ve güneyi gösterdiğini keşfeden ilk kişiydi.



Dünya'nın yalpalaması (ekinoksların değişmesi) nedeniyle Polaris sonsuza kadar Kuzey Yıldızı olarak kalmayacak.

* Kutup Yıldızı. (ç.n.)

Arap Tabloları ve Usturlaplar*: Azarquiel

İbrahim el-Zerkali olarak da bilinen Azarquiel (1028-1100), Hristiyan İspanyolların aralıksız saldırılarına maruz kalmış önemli bir ilim merkezi olan, İspanya'nın Müslüman kasa-bası Toledo'da doğdu. Müşterileri onu matematik ve gökbilim eğitimi alması yönünde cesaretlendirene kadar geçimini hassas bilimsel aygıtlar yaparak sağlıyordu. Daha sonra, o güne kadar üretilen en doğru gökbilimsel tablo olarak kabul edilen ve 20. yüzyılda tüm Avrupa'da kullanılan "Toledo Tabloları"nı oluşturdu.

Toledo Tabloları, "sabit" yıldızlara göre Güneş, Ay ve gezegenlerin hareketlerini, ileriki yıllarda gerçekleşecek Güneş ve Ay tutulmalarını öngörme konusunda gökbilimcilerle yardımcı oldu. Bu tablolar Batı'da farklı yerlere uyarlandı ve Avrupa'da 16. yüzyıla kadar varlığını sürdürecektir olan "Alfonsine Tabloları"na (MS 1252-1270) kaynaklık etti.

El-Zerkali geliştirdiği yeni bir usturlap türüyle araştırmalara büyük katkı sağladı. Hiparkus yaklaşık MÖ 150'de böyle bir aygıt icat etmişti; ancak El-Zerkali'nin usturlabı Güneş, Ay ve yıldızların yüksekliğini her enlemde ölçebiliyor, enlemi saptayabiliyordu. Ortaçağ Arap dünyasında usturlaplar namaz saatlerini belirlemek için önemliydi; ancak zamanla denizde yön bulmak için de geliştirilecekti.

* "Yıldız-yakalar": Astronomi ölçümlerinde kullanılmış, Güneş, Ay, gezegen ve yıldızların konumlarını belirlemeye de yarayan tarihi bir ölçüm cihazı. (ç.n.)

Göksel Navigasyon ve Keşif Çağı:

Abraham Zacuto

15. yüzyılda yaşamış Yahudi bilim insanı ve haham Abraham Zacuto İspanya'da, pek çok Avrupalı denizcinin yalnızca kıyı şeridi boyunca uzanan ve iyi bilinen rotaları takip ettiği bir zamanda doğdu. Zacuto, Avrupalı kâşiflerin okyanusları aşır Amerika ve Güneydoğu Asya'ya gidebilmelerini sağlayan seyrüsefer aletleriyle bütün bunları değiştirecekti.

Zacuto'nun en önemli başarılarından biri, gündüzleri yön bulma amacıyla kullanılması için (geceleri bunun için Kuzey Yıldızı kullanılıyordu) Güneş tabloları geliştirmektir. Denizde kullanıma uygun hazırlanan bir usturlapla denizciler, bir geminin bulunduğu enlemi, Güneş'in gemiden yüksekliğini (yılın farklı zamanlarında değişiklik gösterir) temel alarak sap-tayabiliyordu. Metal usturlap dikey olarak tutuluyor; yuvarlak diskin üstündeki sıfır işareti ufukla aynı hizada olacak şekilde, hareketli görüş çizgisi de Güneş'e doğrultularak konumlandırıldığında yükseklik, derece ölçeğinden okunuyordu. Aynı zamanda denizciler, Güneş'in denizde herhangi bir noktadaki yüksekliğiyle bir liman noktasında (Lizbon gibi) kaydedilen bir yükseklik değerini karşılaştırıldığında, ne kadar yol aldıklarını hesaplayabiliyorlardı.

Bu yöntemler deniz haritalarını geliştirmek için kullanıldı ve aralarında Bartolomeu Dias, Vasco da Gama, Kristof Kolomb gibi kâşiflerin de bulunduğu, bilinmeyen sulara girmeye cesaret eden denizciler için paha biçilmez oldular.

Zacuto göksel olayların tablolarının bulunduğu, herkesçe bilindiği gibi Kristof Kolomb'un hayatını kurtaran bir takvim yayımladı. Yeni Dünya'ya yaptığı dördüncü yolculuk sırasında Kolomb ve mürettebatı bir grup yerli tarafından

öldürölme tehlikesi altındaydı; ancak Kolomb, Zacuto'nun takvimi sayesinde 29 Şubat 1504'te tam Ay tutulması gerçekleşeceğini biliyordu. Bunu kendi yararına kullanarak Ay'ın yok oluşunun tanrının onlara kızgın olduğunu gösterdiğini söyledi. Ay tekrar görüldüğünde bunun affedildiklerine dair bir işaret olduğunu açıkladı ki bu, yerlilerin tutumunu çok çabuk değıştirdi.

İki yüzyıl sonra, sekstant* usturlabın yerini alacak, gökyüzüne bakarak yön bulma konusunda standart aygıt olacaktı; ancak denizcilerin boylamı ölçmek ve açık denizde konumlarını düzgün bir şekilde sabitleyebilmek için on sekizinci yüzyılda kronometrenin icat edilmesini beklemeleri gerekcekti.



Abraham Zacuto (1452?-1515?)

İber yarımadasındaki köklü Yahudi topluluklar, Arap kültürüyle olan irtibatlarından yararlanarak birçok önemli bilgin yetiştirdi. Geniş kapsamlı ilgi alanlarına sahip, birçok konuda bilgili biri olan Zacuto onlardan biriydi. Arkadaşı kâşif Kristof Kolomb'u Asya'ya yolculuk etme hayali konusunda cesaretlendirdi. 1492'de hükümdarlar Ferdinand ve Isabella, Yahudilerden Hıristiyan olmalarını, aksi takdirde İspanya'dan ayrılmalarını emredince Zacuto Portekiz'e gitti ve Lizbon'a yerleşti. Kısa süre içinde kraliyet gökbilimcisi ve tarih-

* İki cismin arasındaki açıyı ölçmeye yarayan aygıt. (ç.n.)

çisi oldu. Kral Manuel ve denizci Vasco de Gama'nın danıştığı Zacuto, Doğu'ya yapılacak bir keşif seferinin akla yatkınlığı konusunda hemfikir olduğunu belirtti. Aynı yıl Kral Manuel, Portekizli Yahudilere dinlerini değiştirmeleri, değiştirmezlerse ülkeyi terk etmeleri konusunda kesin bir emir verdi. Zacuto ve oğlu Samuel, zamanında kaçan az sayıda insandan ikisiydi; ancak sığınma amacıyla Kuzey Afrika'ya yaptıkları yolculuk sırasında korsanlar tarafından iki kez yakalanıp haraç vermeleri istendi. Sonunda Zacuto Tunus'a vardı; ancak daimi İspanyol istilası korkusu onu oradan ayrılmaya zorladı ve Kuzey Afrika'da gezindikten sonra Osmanlı topraklarına yerleşti.



Boylam Sorununu Çözmek: John Harrison

Denizcilerin beklediği gelişme 1770'lerde gerçekleşti; kendi kendini yetiştirmiş İngiliz bir saatçi olan John Harrison (1693-1776) "boylam sorunu"nu açık deniz kronometresini icat ettiğinde çözdü.

O zamana kadar denizciler bulundukları konumun boylamını (doğu-batı koordinatı) saptamakta zorlanıyordu. İtalyan kâşif Amerigo Vespucci (1454-1512) bu durumdan şöyle yakınıyordu:

Boylamı saptamak o kadar zor ki, katettiğim doğu-batı mesafesini belirlemek için çok uğraşmak zorunda kaldım. Çabalarımın sonunda geceleri bir gezegenin başka bir gezegene, özellikle de Ay'ın diğer gezegen-

lere kavuşmasını (izlediği yolda Ay daha seri hareket ediyordu) gözlemlemekten başka çarem kalmadı. Gözlemlerimi bir takvimle karşılaştırdım.

Vespucci'nin yöntemi boylama dair yaklaşık bir fikir verdi; ancak bu yöntem, sadece öngörülen göksel bir olay olduğunda ve kesin zaman bilinirken kullanılabilirdi ki, bu evlerinden çok uzaktaki denizciler için oldukça zordu.

Başka bir uygulama ise, geminin denizdeki konumunun yerel saatiyle (Güneş'in konumuna bakarak belirlenebiliyordu) bilinen bir yerdeki saatin karşılaştırılmasını içeriyordu. Örneğin geminin ne kadar doğuya ya da batıya gittiğini tahmin edebilmek için, yola çıkılan nokta gemideki bir saate kaydedilerek bu uygulama kullanılabilirdi. Boylam çizgilerinin nasıl çizildiği düşünüldüğünde bu hesap rahatça anlaşılabilir; on beş derecelik boylam farkı (doğuya ya da batıya yolculuk edilirken) yerel saate göre bir saat ileride ya da geride olunduğunu ifade eder. Sorun, doğru zamanı bilmektir.

Harrison'ın deniz kronometresi ya da taşınabilir "deniz saati" bir çözüm sunuyordu. Diğerlerinden daha doğru sonuçlar veren bu saat, denizdeki hava değişimlerine ve sallanan bir geminin devinimlerine direnebiliyordu. İngiliz kâşif Kaptan James Cook, 1772-1775 yılları arasında gemiyle dünyayı dolaşırken kullandığı bu saati çok beğenmişti. Kullandığı model günümüzde Londra'daki Ulusal Denizcilik Müzesi'nde sergileniyor.

1884'te İngiltere'deki Greenwich'te Başlangıç Meridyeni (0 derece boylamı) belirlendi; bu tarihten itibaren dünya üzerinde her yer, o noktadan doğu ya da batı yönünde uzaklığı temel alınarak ölçüldü. Modern gemiler kesin konumlarını

kaydetmek için yön bulma sistemlerini kullanıyor; ancak acil durumlar için gemide bir kronometre de bulunduruyor.

Modern Gökbilimin Başlangıcı: Nikolas Kopernik

Kopernik'in Güneş merkezli kuramının 1543'te yayımlanması, yer merkezli kozmolojik sistemin ilk kez ciddi olarak sorgulanmasını sağladı. Johann Wolfgang von Goethe daha sonra "Tüm keşifler ve fikirler arasında insan ruhunun üzerinde en çok Kopernik'in öğretisinin etkisi olmuştur. Dünya yuvarlak ve kendi içinde eksiksiz olarak güç bela bilinir haldyken, evrenin merkezi olma ayrıcalığından vazgeçmesi istendi," demiştir.

Batlamyus'un Dünya merkezli modeli (Kutsal Kitap'ta bu modelin inandırıcılığını artıracak bölümler bulunuyordu) Avrupa'da son 1500 yıl boyunca üstün durumdaydı. Model, gökyüzünün rastgele bir izleyici için görünümüyle bağdaşıyordu ve her şeyin merkezine insanın koyulması insan tabiatına cazip geliyordu. Ancak Kopernik Güneş merkezlilikteki mantığı görmüştü: "Merkezde Güneş bulunuyor. Çünkü bu güzel mabedin ışığını, aynı anda her şeyi aydınlatabildiği bu yerden başka bir yere kim koyardı ki?"

Kopernik'in gökbilimsel sistemi basitlik gibi büyük bir avantaja sahipti. Çünkü Batlamyus'un anlayışının en temel özelliği olan ve gezegenlerin hareketini açıklarken kullandığı karmaşık geometrik yöntemleri gerektirmiyordu. Bu sistem gezegenlerin geriye doğru gerçekleştirdiği hareketlerin gerçek olmadığını, sadece öyle algılandığını ve bunun Dünya'nın hareketi nedeniyle gerçekleştiğini kabul ediyordu. Güneş'i

her şeyin merkezinde kabul edip etrafında sırasıyla Merkür, Venüs, Dünya ve Ay, Mars, Jüpiter ve Satürn'ün döndüğünü ve bunların ötesinde sabit yıldızların bulunduğunu söylüyordu. Dünya her gün kendi ekseninde dönüyordu. Ay, Dünya'nın etrafındaki dönüşünü bir ayda ve Dünya, ekseninde eğik bir şekilde Güneş'in etrafındaki dönüşünü bir yılda tamamlıyordu.

Güneş merkezli kuram halkın reddiyle karşılaşacak, Kilise'yi sinirlendirecek, Bilimsel Devrim'in başlangıcının sinyalini verecekti.



Nikolas Kopernik (1473-1543)

Zengin bir Polonyalı ailenin oğlu olan Kopernik, gökbilim eğitimi aldığı Krakow Üniversitesi'nde Batlamyus'un kuramını öğrenebilirdi. 1501'de Frauenberg Katedrali'ne papaz olarak atandı, bu sayede "tıbbi astroloji" (Ortaçağ Avrupa'sında doktorlar, yıldızların insan ilişkilerinin gidişatını etkileyebildiğine inanarak astrolojiden yararlanıyordu) öğrenmeye fırsat buldu.

Kopernik çalkantılı dinsel devrim yıllarından etkilenmedi, saatlerini kasabanın surlarındaki küçük bir kuleden gökyüzü gözlemleri yaparak geçiriyordu. Teleskop yüz yıl sonra icat edileceği için o dönemde kullanabileceği bir aygıt yoktu.

1514'te Kopernik, Güneş merkezli kuramın gelişiminin başlarında bunu birkaç arkadaşıyla paylaştı. Kuramının ayrıntılı bir gösterimi Kopernik'in ölüm

döşegine konmuştu. Bunu gören Lüterci papaz, kuramı Dünya'yla ilgili bir gerçek değil, gezegenlerin hareketlerini çizime döken pratik, matematiksel bir aygıt olarak gösteren anonim bir önsöz ekledi. Kilise ancak on yedinci yüzyılın başlarında Güneş merkezliliğe karşı çıkmaya başladı.



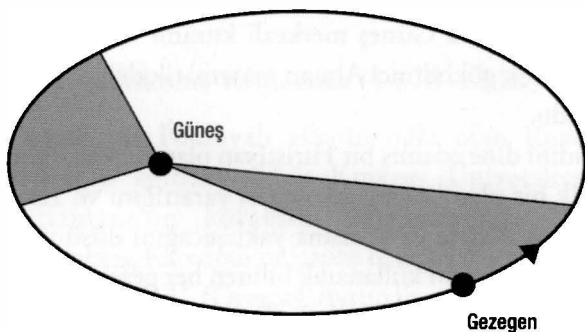
Güneş Merkezli Kurama Destek: Johannes Kepler

Kopernik'ten sonra Güneş merkezli kuramı açık bir şekilde destekleyen ilk gökbilimci Alman matematik dehası Johannes Kepler oldu.

Kendini dine adanmış bir Hıristiyan olan Kepler, Tanrı'nın geometrik bir plan kullanarak evreni yarattığını ve Tanrı'nın planını anlayabilirse yaratıcısına yaklaşacağını düşünüyordu. Öklit'in geometrisini kullanarak bilinen her gezegenin yörüngesi için bir model geliştirdi ve tüm gezegenlerin etrafında döndüğü noktanın Güneş olduğunu anladı. Güneş'in merkez olduğu ve diğer gezegenlerin hareketlerini kontrol ettiği sonucuna vardı. Modeli "Baba Tanrı, büyük ve güçlü Güneş gibi yaradılışın merkezinde durur," görüşünü yansıtıyordu, aynı zamanda Güneş merkezli kurama da uyuyordu.

Ardından Mars'ın dengesiz yörüngesini (gezegenle ilgili bilgilere erişimi vardı) anlamak için yıllarını harcadı ve bu duruma "Mars savaşı" adını verdi. Daha sonra bu varsayımının yanlış olduğunu anladı. Bu kavrayışı için "Sanki uykudan uyanıp yeni bir ışığın üzerime doğduğunu gördüm," cümle-

sini kullandı. Bilinen gezegenlerin Güneş etrafında izlediği yollar Kopernik'in modelindeki gibi kusursuz daireler değil, Güneş'in merkezde olduğu oval biçimli elipsler şeklindeydi. Bir gezegenin Güneş'e en yakın olduğu zaman en hızlı hareket ettiği, Güneş'ten en uzak olduğu zaman ise en yavaş hareket ettiği zamanlardı. Yine de Güneş'in merkezinden bir gezegenin merkezine doğru çizilen hayali bir çizgi, eşit zaman aralıklarında eşit uzay alanını kaplıyordu. Bu, Kepler'in ikinci gezegen hareketleri yasası haline geldi ve bir gezegenin yörüngesindeki herhangi bir noktada hangi hızda hareket ettiğini saptamak için kullanılabiliyordu.



Kepler'in İkinci Yasası: Gezegeni Güneş'le birleştiren çizgi, eşit zaman aralıklarında eşit uzay alanını kaplıyor.

Kepler'in üçüncü yasasında bir gezegenin Güneş'e olan uzaklığını hesaplamak için geometri ve gezegenin yörüngesindeki dönüş süresinin bilgisi kullanılıyordu.

Kepler'in gezegen hareketleriyle ilgili yasaları, evren-bilimde iki bin yıldan fazla bir süredir egemen olan göksel daireler inancını yenmeye yardımcı oldu. Seksen yıl sonra

Isaac Newton, Kepler'in kuramları için matematiksel açıklamalar üretecek ve bunları evrensel yerçekimiyle ilgili çalışmasını oluşturmak için kullanacaktı.

Kepler, Güneş sisteminin işleyişini kavrayışımızın temelini oluşturdu ve bize pratik yasalar bıraktı. Bu yasaları, örneğin yapay uyduların (Kepler'in kullanıma soktuğu bir sözcük) ve uzay araçlarının yörüngelerini hesaplamak için kullanabiliyoruz.

Gökbilimciler, Güneş sisteminin kullanışlı bir modeli olmasına rağmen Güneş merkezli kuramın tam olarak doğru olmadığını anlamaya başladı; çünkü Güneş evrenin değil, yalnızca bazı yıldızın merkezi konumundadır.



Johannes Kepler (1571-1630)

Kepler beş yaşındayken paralı askerlik yapan babasını kaybetti ve bir yıl sonra annesi onu kuyruklu yıldız izlemek için bir tepeye götürdüğünde gökbilime ilgi duymaya başladı.

Hayatı boyunca Lüterci olan Kepler papaz olmak istiyordu; ancak başka dersler de alması gerekiyordu. Böylece yeni Güneş merkezli kuramı öğrendi, sonunda da bu kuramın destekçisi oldu. Graz'daki (modern Avusturya'da bir şehir) Protestan bir okulda matematik ve gökbilim dersleri verdi. Ancak Avrupa'da artan dинlerarası mücadele nedeniyle ara vermek zorunda kaldı; hayatı boyunca birkaç kez bu durumla karşılaşacaktı. Protestanlar Graz'dan sürüldü; ailesiyle birlikte yeni gökbilimsel tablolar hazırlama konusunda Danimar-

kalı gökbilimci Tycho Brahe'ye (1546-1601) yardım ettiği Prag'a sığındı. Brahe'nin 1601'deki ani ölümünden sonra Kepler onun yerine Kutsal Roma İmparatoru II. Rudolf'un matematikçisi oldu ve tabloları bitirme görevini üstlendi.

Annesi Katharina'nın hapsedilip cadılıkla suçlandırıldığı ve işkenceyle tehdit edildiği 1620 yılında Kepler, on yedinci yüzyılın dini baskılarının her türlüünü yaşadı. Annesinin davasına yardımcı oldu ve Katharina uzun süren bir hukuk savaşı sonunda serbest bırakıldı. Kepler, Linz'e (modern Avusturya'da bir şehir) taşınmak zorunda kaldı, ardından 1626'da Katolik güçler Linz'i Otuz Yıl Savaşı sırasında kuşattığında tekrar taşındı. Çalışmaları, dinsel çatışmalardan dolayı kesintiye uğradı; tedirgin yaşayış biçimi yüzünden yorgun düşen Kepler, ateşlenerek Regensburg'da (Almanya'nın güneydoğusunda bir şehir) öldü. Mezarı kayboldu; ancak geriye mezar taşı yazısı kaldı:

Eskiden gökyüzünü ölçerdim,
Şimdi dünyanın gölgelerini ölçüyorum.
Ruhum cennettendi
Ancak bedenimin gölgesi burada yatıyor.



Gökbilimde Devrim Yaratan Teleskop: Galilei

Galilei, Güneş sistemini ayrıntılı olarak gözlemleyebilecek kadar güçlü ilk teleskobu geliştirmesiyle tanınır.

1609'da teleskobun tasarımında yaptığı değişikliklerle gökkubbenin gözlemi için etkili bir büyütme cihazı oluşturmuş ve bu sayede Ay'ın krater ve dağlarını gördüğünü kaydeden ilk insan olmayı başarmıştı. 1610'da Güneş sistemiyle ilgili yeni bilgiler sağlayan başka özgün gözlemler yaptı. Örneğin Jüpiter'in etrafında dönen en büyük dört ayı, bazı gökcisimlerinin Dünya'nın etrafında dönmediğini, Venüs'ün Güneş'in etrafında dönüşünün evrelerini ve evrenin daha önceleri hayal edilenden çok daha büyük olduğunu gösteren çok sayıda yıldızı keşfetti.

Sonuçta Galilei kilisenin Güneş ve diğer gezegenlerin Dünya'nın etrafında döndüğünü düşünmekte haksız olduğu sonucuna vardı. 1615'te yazdığı bir mektubunda şöyle diyordu: "Güneş ve Dünya'nın hareketine gelince; kutsal kitapların kendilerini insanların kavrayışına uyarlamaları gerekiyor."

"Modern bilimin babası" olarak da bilinen Galilei, daha sonra standart bilimsel yaklaşım haline gelen, sayısal bir deneysel yöntem kullandı. Bu yöntemde doğal dünyayla ilgili belli bir varsayım dikkatlice kontrol edilir ve tekrar edilebilen deneylerle teyit edilir, sonrasında sonuçları matematiksel olarak ifade edilir, varsayımdan yola çıkarak oluşturulan tahminlerin test sonuçlarıyla ne kadar örtüştüğüne bağlı olarak varsayım daha derin şekilde incelenir ya da yanlış olduğu sonucuna varılır. Yanlış olduğu sonucuna varılırsa süreç yeniden başlar ve kanıtlarla desteklenen bir kurama ulaşılan kadar bu işleme devam edilir.

Galileo Galilei (1564-1642)

Galilei soylu ancak yoksul bir ailenin oğlu olarak İtalya'nın Pisa şehrinde dünyaya geldi. Babası iyi para kazanan bir doktor olacağını umarak onu üniversiteye gönderdi. Ancak matematiksel problemler ve doğal felsefe dışındaki her şeyden sıkılan Galilei diploma almadan okuldan ayrıldı.

Bir matematikçi olarak ün kazandı ancak tam da babasının korktuğu gibi parasız kaldı. Yatırım yapmaya karar verdi ve serveti, hiç görmediği bir Hollanda icadını örnek alarak yarattığı teleskop sayesinde önemli ölçüde arttı. Aygıtı mükemmelleştirdi ve sonunda Dünya ve diğer gezegenlerin Güneş'in etrafında döndüğünün kanıtı dahil olmak üzere pek çok şaşırtıcı gökbilimsel keşif yapmasına olanak sağlayan bir teleskop ortaya çıkardı. Yeni kazandığı ün, Toskana grandükü Cosimo de Medici'nin matematikçisi olmasını sağladı.

Galilei'nin Güneş merkezli sisteme olan desteği kilisenin ilkelerine uymuyordu. 1600'de Engizisyon, filozof ve kozmolog Giordano Bruno'yu yakarak öldürmüştü; dolayısıyla Galilei belki de bu örneği düşünerek iddialarından vazgeçti. Din ve bilimsel bilgi arasındaki gerginliğin simgesi haline geldi.

Satürn'ün Halkaları: Christiaan Huygens ve Giovanni Cassini

Güneş sistemimizin en büyük ikinci gezegeni Satürn, bin yıl boyunca geceleri gökyüzünde parlak ve güzel sarı yıldız olarak izlendi.

1610'da Galilei teleskobunu ilk olarak bu gezegeni gözlemlemek için denediğinde Satürn'ün her iki tarafında ikişer ay olduğunu keşfettiğini düşündü. Kırk beş yıl sonra daha güçlü bir teleskoba sahip olan Hollandalı gökbilimci Christiaan Huygens (1629-1695) gezegenin etrafında "ince, düz bir halka" ve bir ay (bu, Satürn'ün en büyük uydusu olan Titan'dı) gözlemledi. Ardından 1675'te İtalyan gökbilimci Giovanni Cassini (1625-1712) halkalar arasında boşluk olduğunu ("Cassini ayrımı") ve dört tane daha ay olduğunu gözlemledi.

2004'e gelindiğinde Cassini adlı robotik uzay aracı Satürn'ün yörüngesine ilk kez ulaştı ve gaz dolu dev Satürn'ün özel halkalarını oluşturan karmaşık taş ve buz şeridinin fotoğraflarını gönderdi. Halkanın yapısının nasıl ve neden oluştuğunu anlamaya çalışan ve hâlâ devam eden görev, Güneş sistemimizin kökenini ve evrimini kavrayabilmeyi amaçlıyor.

Söz konusu görev, Satürn'ün aylarından biri olan (altmış-tan fazlalar) Enceladus'ın güney kutbundaki gayzerlerden buz fışkırdığını ve burada su buharı olduğunu da keşfetti. Bilim insanları bu durumu ayın buzlu tabakasının altındaki bir yeraltı okyanusunun varlığına bağlıyor. Islak bir ortam elbette mikrobik hayat için uygundur. Bu keşif, Güneş sistemimizde yaşamın olabileceği yerlerle ilgili bakış açımızı genişletmiş oldu.

Evreni Birleştiren Madde: Isaac Newton ve Albert Einstein

İngiliz matematikçi ve fizikçi Isaac Newton evrenin fiziksel olarak nasıl bir arada durduğu sorusuna ilk bilimsel açıklamayı getirdi.

1684'te gökbilimci Edmond Halley (1656-1742), Newton'a gezegenlerin yörüngeleri konusunda danıştı ve Newton'ın eksiksiz bir bilimsel kuramının olduğunu duyunca çok şaşırdı. Newton kuramında, yerçekiminin evreni bir arada tutan evrensel bir güç olduğunu söylüyordu.

Newton aynı gücün (yerçekiminin) hem kısa hem de çok uzun mesafelerde etkili olduğunu, bir elmayı yeryüzünde, gezegenleriyse Güneş'in etrafındaki yörüngelerinde tutması örnekleriyle anlattı. Daha çok maddeye ya da kütleyle sahip cisimler daha büyük çekim kuvvetine maruz kalmaktadır. Newton çalışmasını 1687'de *Doğa Felsefesinin Matematiksel İlkeleri - Principia* adıyla yayımladı. Kitap, yerçekimi ve hareket yasalarını kapsıyordu ve kabul edilen tek evrene dair bilimsel görüş haline geldi.

İki yüzyıl sonra Yahudi fizikçi Albert Einstein, Newton fiziğini geliştirecek; uzay, zaman ve yerçekimi kavrayışımızı değiştirecekti. Einstein görelilik kuramında (1916) yerçekiminin Newton'ın tanımladığı gibi bir güç değil, kütlenin varlığından kaynaklanan eğri bir alan olduğunu anlattı. Madde ve enerjinin ağır bir bedenin bir yatağı eğmesine benzer bir şekilde uzayın geometrisini eğdiğini, yerçekimi dediğimiz etkinin de işte bu olduğunu açıkladı. Işınlarının bile yerçekimi tarafından bükölüp Güneş gibi çok büyük cisimlerin etrafında bükölümüş bir yörünge izlemesi bunun sonucudur. 1919'daki Güneş tutulması sırasında İngiliz gökbilimci Arthur

Eddington'ın (1882-1944) Dünya'dan bakıldığında Güneş'in arkasında kalan uzak bir yıldızın ışığının Dünya'ya gelirken Güneş'in etrafında büküldüğünü (kesildiğini) gözlemlemesiyle Einstein'ın kuramı önemli ölçüde doğrulanmış oldu.

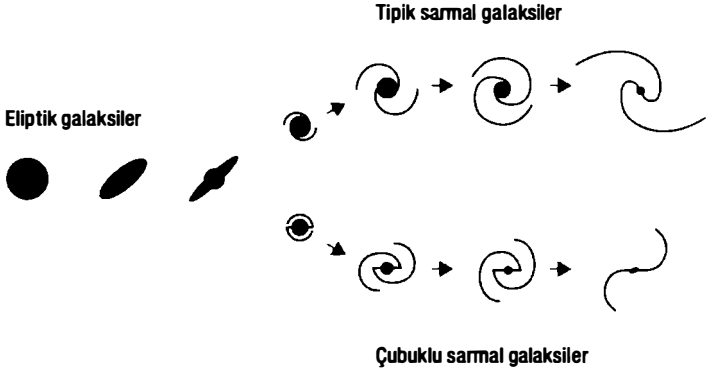
Büyük Patlama ve Evrenin Kökeni: Georges Lemaître ve Edwin Hubble

Belçikalı Cizvit rahip ve gökbilimci Georges Lemaître (1894-1966) 1927'de daha sonra evrenin kökenini açıklayan "Büyük Patlama" kuramına dönüşecek olan "genişleyen evren" fikrini oluşturdu. Lemaître, evrenin genişlemesinin zamanda tek bir âna (modern hesaplamayla 13,8 milyar yıl önceye), yani aşırı derecede sıkışmış ve yoğun bir "İlk Atom" ya da "Kozmik Yumurta"nın patlamasına kadar izlenebileceği varsayımında bulundu. Yayımlanan bulguları, çevirisine yardımcı olan İngiliz gökbilimci Arthur Eddington 1931'de bu fikri "muhteşem" diyerek tanımlayana kadar Belçika dışında çok okunmadı.

Ancak evrenin genişlemesi kuramı ve Büyük Patlama modelinin kanıtlanmasına yardımcı olan kişi, Lemaître'in daha iyi bilinen çağdaşı Amerikalı gökbilimci Edwin Hubble (1889-1953) idi; bu sayede evrenbilimin kurucusu unvanını kazandı.

Hubble, profesyonel kariyerine heyecan verici bir dönemde başladı. Henrietta Leavitt (1868-1921), Büyük Macellan Bulutu ve Küçük Macellan Bulutu'nun (Saman-yolu'nun kenarına yakın, günümüzde cüce galaksiler olarak bilinen cisimler) değişken parlaklıklara sahip binlerce yıldızı kapsadığını fark etti. Gözlemleri evren algımızı kökten değişt-

tiren, yıldızların arasındaki uzaklıkları ölçmeyi sağlayan bir yöntemin geliştirilmesini sağladı. Gökbilimciler evrenin önceden düşünülenden çok daha büyük olduğunu fark etmeye başladı. Ardından Albert Einstein'ın genel görelilik kuramı, değişen, genleşen ya da daralan evren fikrini ortaya koydu. Einstein da dahil olmak üzere birçok insan bu yeni görüşün inanılması zor olduğunu düşünüyordu.



1936'da Hubble'ın yaptığı galaksi sınıflandırması. İçinde bulunduğumuz Samanyolu Galaksisi, gökyüzünde parlak bir şerit halinde görünür ve çubuklu sarmal galaksi kategorisindedir. 100.000 ışık yılı genişliğinde gaz, toz ve tahminen 100 milyar yıldızı barındıran yassı, dönen bir daireden oluşur. Güneş sistemimiz, galaksinin ortasında değil, küçük bir sarmal kolunda yer alıyor.

Hubble'ın katkıları sarmal nebula olarak bilinen ve gökyüzünde görülebilen puslu ışık benekleriyle başladı. Bu gaz bulutları bizim galaksimizde miydi yoksa çok uzaktaki yıldız gruplarında mıydı? Gözlemlerini California'da, dünyanın o tarihteki en büyük teleskobu olan 254 santimetrelilik Hooker teleskobunun bulunduğu Wilson Dağı Gözlemevi'nde yapı-

yordu. İncelemelerini gökyüzünün Andromeda Nebulası denen bölümü üzerinde yoğunlaştırdı. İlk kez resimlerde belli belirsiz yıldızlar görünüyordu. 1923'te bu yıldızların galaksimizin bir parçası olamayacak kadar uzak oldukları, dolayısıyla Samanyolu Galaksisi'ndeki en uzak yıldızlardan en az on kat daha uzak, tümüyle yeni bir galaksiye (günümüzde Andromeda Galaksisi olarak biliniyor) ait oldukları sonucuna vardı. Daha derin araştırmalar başka galaksilerin keşfini beraberinde getirdi. Şüphesiz, daha önce hayal edilenden çok daha büyük bir evrenin parçasıydık. Hubble galaksileri karşılaştırdı ve galaksi sınıflandırması için günümüzde de hâlâ kullanılan bir yöntem oluşturdu.

Başka bir önemli keşif 1929'da, Hubble düzenli evren genişlemesiyle ilgili verilerini yayımladığında gerçekleşti. Kırk altı galaksiyi inceleyerek galaksilerin arasındaki uzaklık arttıkça birbirlerinden uzaklaşma hızlarının da arttığını keşfetti. Bu, Hubble'ın bir galaksi Dünya'dan ne kadar uzaksa, uzaklaşma hızının da o kadar artacağını ifade eden (galaksiler arasındaki mesafe durmaksızın artar, dolayısıyla evren genişler) yasasının temeliydi. Ardından Hubble yenilenmiş haliyle günümüzde de kullanılan evren genişlemesi denklemini oluşturdu. Evrenin genişleme oranını megaparsaniye* başına saniyede 500 kilometre olarak hesapladı. Bu, Dünya'dan 3,26 milyon ışık yılı uzakta bir galaksinin saniyede 500 kilometre uzaklaştığı anlamına geliyordu. Bu tahmin evrenbilimde en önemli sayılardan biri olan, evrenin genişliği ve yaşını hesaplamaya yarayan "Hubble sabiti" olarak biliniyor.

Günümüzde Hubble'ın galaksiler arasındaki uzaklığı eksik hesapladığı, böylece genişleme oranı hesabının da çok

* Yaklaşık 3,26 milyon ışık yılı.

büyük olduğu düşünülüyor. Gökbilimciler, söz konusu sayıyı megaparsaniye başına saniyede 70 kilometre olarak tahmin ediyorlar; ancak Hubble sabiti değerinde hâlâ önemli ölçüde belirsizlik mevcut.

1990'da yapılan ve bu önemli gökbilimcinin adı verilen Hubble Uzay Teleskobu, Hubble sabitini doğrulamak ve mükemmelleştirmek için daha fazla veri sağlamayı amaçlıyor. Şimdiye dek teleskop, evrenin sadece genişlemediğini, “karanlık enerji” adı verilen gizemli bir güç yardımıyla genişleme hızının da artmakta olduğunu gösterdi.

1964'te kozmik mikrodalga arka plan ışıması keşfedildi ve Büyük Patlama'nın bir “yankısı” olduğu düşünüldü.

Büyük Patlama Kuramı günümüzde halen hâkim kozmolojik görüş durumunda.

Süpernovalar, Nötron Yıldızlar ve Karanlık Madde: Fritz Zwicky

1935'te İsviçreli gökbilimci Fritz Zwicky (1898-1974) dağ başındaki gözlemevinde Schmidt teleskobunu kullandı. Geniş görüş alanına sahip bu teleskop, Zwicky'nin süpernova adını verdiği çok parlak yıldızları bulmak için idealdi.

Zwicky'nin varsayımına göre bir süpernova, büyük bir yıldızın olağanüstü ölümünü (kısa süreliğine gözlemlenebilen ve nova denilen, normal patlayan yıldızlardan çok daha büyük yoğunluğa sahip bir yıldızın tahrip edici patlaması) temsil ediyor. Yıldız, içinde bulunduğu galaksinin tamamından daha fazla parlamasını sağlamaya yetecek seviyede enerjiyi serbest bırakıp yeni gezegenlerin temellerini oluşturacak parçacıkları püskürtüyor ve ardında nötron yıldız denilen bir kalıntı

bırakıyor. Neredeyse tamamen nötronlardan ya da elektriksel yükü olmayan atomaltı parçacıklardan oluşan bu yıldız kalıntısı, evrende varlığı bilinen en yoğun ve küçük yıldız.

Günümüzde süpernova olarak adlandırdığımız yıldızlar ilk olarak MÖ 185'te, Çin'de gözlemlendi. Başka birkaç süpernova, teleskobun geliştirilmesinden önce görülmüş, sonrasında da yüzlercesinin gözlemi kaydedilmişti. Zwicky 120 tane keşfetti. Günümüzde ise süpernova avı bilgisayar kontrolündeki teleskoplar kullanılarak sürüyor. Her galakside bir yüzyılda sadece iki ya da üç süpernova görülüyor; ancak yüz milyar galaksiye sahip bir evrende kuramsal olarak saniyede otuz süpernova gerçekleşiyor olabilir.

Galaksimizin en büyük yıldızlarından biri olan Betelgeuse ömrünün sonuna yaklaştı; bir milyon yıl içinde süpernova olarak patlaması bekleniyor. İlkel çağlardan beri gözlemlenen ve Avcı Takımyıldızı'nın bir parçası olan bu parlak, turuncu-kırmızı "dev yıldız", hidrojenini tüketti. Çekirdeği sıkıştı, dış katmanları büyüdü ve çıplak gözle görülebilen çok büyük bir yıldıza dönüştü.

Kozmik ışınlar ya da yüksek enerjili radyasyon, yapay uydulardaki elektronik aletleri etkileyebilen süpernovaların yan etkisi. Aynı zamanda yolcu uçaklarının uçuş kontrol sistemlerinin bozulmasının da olası nedenleri arasında. Eğer etkili koruma yöntemleri geliştirilemezse, gelecekte insanlı uzay araçlarıyla yapılabilecek gezegenler arası yolculuklar için de önemli bir engel teşkil ediyor.

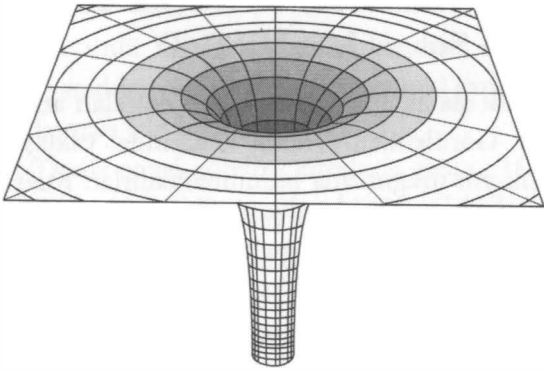
1933'te Zwicky, modern astrofiziğin en büyük gizemlerinden biri olan karanlık maddeyi keşfetti. Adından anlaşıldığı gibi karanlık madde, teleskoplarla gözlemlenemiyor ancak yıldızlar ve diğer görünür madde üzerindeki yerçekimi etkisi sayesinde varlığı anlaşılabilir. Zwicky, Coma galaksi küme-

sindeki yıldız kütlelerinin, yerçekimi gücüyle bu galaksileri bir küme halinde tutamayacağını fark ettiğinde bu sonuca ulaştı. Karanlık maddenin evrendeki “kayıp kütle”ye karşılık geldiğini gördü. 1970’lerde Vera Rubin, tuhaf bir tutarsızlık (galaksilerin kenarlarındaki yıldızların yerçekimi yasası kullanılarak hesaplanandan daha hızlı hareket etmesi) keşfettiğinde Zwicky’nin kuramına kanıt sağlamış oldu. Günümüzde karanlık maddenin, evrenin madde-enerji yapısının yaklaşık yüzde 26’sını, karanlık enerjinin (evrenin genişlemesinin hızlanmasına neden olan bilinmeyen güç) yüzde 68, görülebilen maddenin ise sadece yüzde 5’ini oluşturduğu düşünülüyor.

Beyaz Cüceler ve Karadelikler: Chandra

Sömürgelik yıllarında Lahor’da (günümüzde Hindistan sınırları içinde bulunuyor) doğan Chandra ya da Subrahmanyam Chandrasekhar (1910-1995), belki de 1930 yılında fizik alanında Nobel Ödülü kazanan bilim insanı Sir C. V. Raman’dan ilham almıştı. Lisansüstü eğitimi için İngiltere’ye giden Chandra devrimsel fikirleri karşıtlık ve şüpheciliğe neden olunca Amerika’ya taşındı.

Chandra’nın en ünlü kuramı bir yıldızın (Güneş gibi) kalbindeki nükleer enerji kaynağı tükendiğinde ve yıldız böylece evriminin son evresine yaklaştığında beyaz cüce denilen küçük, dengeli, yavaş yavaş soğuyan maddeye dönüşmeyebileceğini öne sürüyor. Eğer kütlesi belli bir limitin (“Chandrasekhar limiti” denen, bir nötron yıldızı meydana getiren kütleden daha yüksek bir değer) üstündeyse süpernova şeklinde patlayacak, ardından karadelik oluşturmak için içine doğru çökecektir. Bir karadelğin yerçekimi öyle güçlüdür ki, ona çok yaklaşan ışık dahil her şeyi içine çeker.



Karadelik, yakınına gelen her şeyin içine çekilmesine neden olacak kadar güçlü bir yerçekimine sahip, sıkışıklığı sonsuz bir noktadır.

Chandra bu sonuca varmak için beyaz cüce halindeki yıldızların bilinen özellikleri üzerinde matematik, kuantum mekaniğinin yeni fikirleri ve özel görelilik kuramını uyguladı.

Büyük kütlelere, 1925'te Wolfgang Pauli tarafından oluşturulan ve elektron bozunum ilkesi olarak da bilinen Pauli Dışlama İlkesi'nin uygulanabileceği kanısına vardı. Bu, iki elektronun aynı kuantum alanını işgal edemeyeceğini ifade eder. Chandra'ya göre bunun bir sonucu büyük, çöken bir yıldızın büzüşen basıncının elektronları ışık hızına yakın hızlarda, yüksek enerji seviyelerine doğru hareket etmeye zorlaması olacaktır. Bu durum bir patlamayı beraberinde getirecek, ölmekte olan yıldız çevreleyen elektron gazlarının kabuğunu sürükleyecek ve geride sıkışık, çökmeye devam eden bir parça bırakacaktır.

Chandra'nın yıldızların yapısı, kökeni ve dinamikleri üzerine yaptığı çalışmalar ve karadeliklerle ilgili tahminleri daha sonra doğrulandı.

Pulsarlar, Kuasarlar ve Küçük Yeşil Adamlar: Susan Jocelyn Bell

Kuasarlar ilk olarak 1950'lerde, radyo dalgaları araştırılırken keşfedildi. Görülebilen evrenin kenarında, yaklaşık 10-15 milyar ışık yılı uzağımızda bulunmaktadır. Kuasarlardan yayılan radyo dalgaları, ışık ve radyasyon Dünya'ya ulaştığında aslında 10-15 milyar yıl öncesine bakmış oluyoruz.

Bir kuasarın düz, sarmal, diske benzer bir gaz yapısıyla (yıkılma diski) çevrelenmiş süper kütleli bir karadelik olduğuna inanılıyor. Çok güçlü bir yerçekimi kuvvetine sahip ve yıldızları, hatta küçük galaksileri bile karadelinin içine çekebiliyor; çok büyük bir radyasyon enerjisine ve ışığın belirgin bir alev halinde ortaya çıkmasına (ki kuasarların konumu bu şekilde bulunabiliyor) neden oluyor.

İngiliz gökbilimci Susan Jocelyn Bell (d. 1943), Cambridge Üniversitesi'nin yakınlarında bir alanda kazıklara bağlanmış tellerden oluşan basit bir anten kullanarak yeni keşfedilen kuasarlara gözlemlerken zayıf ama düzenli radyo sinyalleriyle karşılaşınca şaşırdı. Araştırma ekibi "Küçük Yeşil Adamlar"ın uzaydan iletişim kurmaya çalışıp çalışmadıklarını merak etti; ancak sinyallerin dönen nötron yıldızlardan (1935'te Fritz Zwicky'nin bir süpernova patlamasından sonra yıldızdan geriye kalanlar olduğu varsayımında bulunduğu, nötronlardan yani elektrik yüküne sahip olmayan atomaltı parçacıklardan oluşan çok yoğun küçük yıldızlar) geldiğini fark etti. Bunlara "puslar" adı verildi. Bell, o dönem öğrenci olduğu için keşfiyle Nobel Ödülü alma şansını kaçırdı ve bu onu öfkeliendirdi.

Galaksimizde yaklaşık 30.000 nötron yıldızı bulunduğu düşünülüyor. Dev radyo teleskopları, nötron yıldızlarının sinyallerini yakalamaya çalışmaktadır.

Tekillik: Stephen Hawking

Yaşayan en ünlü bilim insanlarından biri olan Stephen Hawking yaradılış, evrim ve evrenin şu anki yapısını kavrayışın kolaylaşması için birçok şey yaptı.

1960'larda genel görelilik üzerinde çalışan Hawking ve Roger Penrose (d. 1931) geçmişte bütün galaksilerin üst üste olduğu ve evrenin yoğunluğunun sonsuz olduğu bir evre ya da "Büyük Patlama tekilliği" olması gerektiğini göstermek için yeni matematiksel formüller geliştirdi.

Hawking'den önce bilim insanları hiçbir şeyin karadelikten kaçamayacağına inanıyordu. Hawking, belirli şartlar altında bir karadelğin belli atomaltı parçacıklarını salabileceğini keşfetti, bu "Hawking Işınımı" olarak biliniyor. Karadeliklerin bir ısısının olduğunu ve tümüyle kara olmadıklarını da gösterdi. Karadelikler termodinamik yasalarına uyuyor ve eninde sonunda buharlaşıyorlar.



Stephen Hawking (d. 1942)

Tropikal hastalık uzmanı babasından kısmen ilham alan Hawking, genç yaşlardan itibaren temel bilimsel sorulara ilgi duymaya başladı. Oxford Üniversitesi'nde fizik okuduktan sonra Cambridge Üniversitesi'nde evrenbilim alanında doktora adayı oldu; ancak şehre varışından kısa bir süre sonra kendisine *amiyotrofik lateral skleroz* (güçsüzlük ve kas erimesine yol açan motor nöron hastalığı) teşhisi kondu. Doktorlar ona birkaç yıl ömür biçti. Hawking kaderine teslim olmak-

tansa yeteneğinden faydalanma güdüsünün ve evrenin gizemlerini keşfetme tutkusunun peşinden gitti.

Durumunun yol açtığı fiziksel bozulma Hawking'i tekerlekli sandalyeye mahkûm etti. Yıllar içinde konuşması anlaşılmaz hale gelmeye başladı, araştırma öğrencileri derslerde notlarını onun yerine okumak zorunda kalacaktı. Geçirdiği bir operasyondan sonra konuşma yetisini tamamen kaybetti. 1985'te elektronik bir sesle konferanslar vermesini sağlayan bir konuşma sentezleyici ve bilgisayar sistemi hazırlandı.



Matematik: Sayı Bilimi



Basit toplamlardan karmaşık kriptografiye evren, sayıların işleyişi, şekillerin nasıl tanımlandığı ve modellerin nasıl oluşturulduğunu kapsayan matematiksel bulmacalarla dolu. Birçok bilim dalının aksine matematiksel bir varsayımın gerçekliği ispatlanabilir ve bir kez kanıtlandığında asla aksi ispatlanamaz. Dolayısıyla matematik tarihi eski modellerin yenilenmesinden ziyade tamamen yeni fikirlerin gelişiminden oluşur.

Hâlâ çözülecek çok bulmaca ya da çoğu durumda daha tam anlamıyla belirlenemeyen sorular bulunuyor.

Geometrinin Elementleri: Öklid

“Geometrinin Babası” diye bilinen Mısırlı-Yunan Öklid (MÖ 325-265) dünyanın en çok satılan kitaplarından birini yazdı. Yalnızca kutsal kitaplar onun yazdığı *Elementler*’den daha fazla satılmıştı. Bu kitap yaklaşık 2000 yıl boyunca Avrupa ve Ortadoğu’da temel matematik ders kitabı olarak kullanıldı; kitap, matematiğin o dönemde bilinen tüm unsurlarını açık

ve anlaşılır bir şekilde anlatıyordu. Bazı matematiksel ispat ve önermelere kimse Öklid'den daha iyi açıklama sağlayamadı.

On üç ciltlik *Elementler*, tanımlar, önermeler, ispatlar ve kanıtlanmamış varsayım ya da aksiyomları (herhangi bir kanıt olmamasına rağmen açık bir şekilde doğru olduğu kabul edilen önermeleri) kapsıyor. Çalışmaları hem kuram hem uygulama içeriyordu ki bu özellikle öğrendikten sonra matematiksel uygulama yapmak isteyenler için değerliydi.

O dönemde ilimin merkezi olan İskenderiye'de öğretmenlik yapması dışında hakkında hiçbir şey bilmememize rağmen ortak bir varsayımlar grubu altında topladığı noktalar, doğrular, düzlemler ve diğer şekillerle ilgili çalışmalara adını verdi (Öklid geometrisi). *Elementler*, altın oran (güzelliğin geometrik temeli), Platonik cisimler olarak bilinen beş düzgün cismin nasıl oluşturulacağı ve Pisagor teoremi (bir dik üçgenin kenarlarının karesi) gibi ilkeleri içeriyor. Yunan Pisagor (MÖ 6. yüzyıl) adının verildiği teoremi oluşturmuştu; ancak bunu kanıtlayan ilk kişi o olabilir.

Firavun, matematiği anlamanın kısa yolunu sorduğunda Öklid; "Geometrinin kolay yolu yoktur," yanıtını vermişti.

Makinelerin Matematiği: Arşimet

Siraküzalı Arşimet, Yunan çağdaşları tarafından özgün matematiksel düşünce biçimiyle değil, mekanik aygıtlarıyla biliniyordu. "Arşimet burgusu" olarak bilinen su pompası ve birleşik makara gibi aygıtları önemli işlerde kullanılabiliyordu. Büyük olasılıkla en kötü şöhrete sahip icatlarıysa, dev bir mancınık ve gemi sarsıcı olarak da bilinen "Arşimet pençesi" gibi savaş makineleriydi. Heybetli bir tutma kancasına sahip

bir vinç gemileri paramparça edebilir, hatta denizden çekip çıkarabilirdi.

Kaldıraçlar, makinelerinin önemli bir parçasıydı ve onun icadı olmamasına rağmen Arşimet, nasıl çalıştıklarına dair ilk açıklamayı denge ilkesini kullanarak yaptı. En ünlü teoremi olan Arşimet ilkesi, sıvıya batırılmış bir cismin hacminin, yer değiştiren suyun hacminin hesaplanmasıyla nasıl bulunacağını anlatır. Bu sonuca, Siraküza kralının yeni altın tacının ucuz metallerle karıştırılıp karıştırılmadığını nasıl kanıtlayacağını düşünürken varmıştı.

Arşimet aynı zamanda bir dairenin alanını bulmak için “tüketme yöntemi”ni kullandı. Bu yöntemde dairenin etrafına düz kenarlı poligonlar (en az üç düz kenar ve açığa sahip şekiller) çizilir ve dairenin kavisine yakın bir duruma gelene kadar kenar eklenir. (Bir poligonun özelliklerinin hesaplanması bir dairenin özelliklerinin hesaplanmasından çok daha kolaydır.) Aynı zamanda, küreler ve silindirler arasındaki ilişki, karekök ve şekillerin (üçgen, dikdörtgen, daire vb.) özellikleri gibi matematiğin diğer konularında da fikirler ortaya koymuştur.



Arşimet (MÖ 287-212)

Bir gökbilimcinin oğlu olan Arşimet, Sicilya Adası'ndaki bağımsız Yunan şehir devleti Siraküza'da doğdu. Sadece mekanik aygıtlarıyla değil, Arşimet ilkesi diye bilinen önermeyi ilk keşfettiğinde hamamdan dışarı fırlayıp koşarak eve giderken “Evreka!” (Buldum!) diye bağırmasıyla ünlüdür. Matematiksel kuramlarının mekanik icatlarından daha önemli olduğunu düşünmüştür.

Mekanik Teoremlerin Yöntemi adlı kitabında (MÖ 250), “Benim için belli şeyler önce mekanik yöntemle anlaşılır oldu, ancak sonrasında bunları geometriyle ispatlamak gerekiyordu,” demiştir.

MÖ 218’de, Siraküza İkinci Kartaca Savaşları’na (MÖ 218-201) Kartaca’nın Roma’ya karşı müttefiki olarak dahil oldu. (Bu savaş, Hannibal’ın Roma’ya saldırarak amacıyla Alpleri geçmek için filleri kullandığı savaştı.) Arşimet’in savaş makineleri Romalı istilacıları birkaç yıl boyunca geri püskürtmeye yardımcı oldu; ancak MÖ 212’de Siraküza istila edildi ve Arşimet öldürüldü. Matematiğin tecrübeli ismine güvenli geçiş vaat edilmişti, ancak bir efsaneye göre, bir matematik problemine kendini öyle kaptırmıştı ki onu Romalı generale götürmek için gönderilen lejyonerleri görmezden geldi ve sinirlenen lejyonerler onu öldürdü. Başka bir öyküde ise Arşimet bilimsel malzemeler taşıırken Romalı askerlerin değerli ganimet taşıdığını umut ederek onu öldürdükleri söylenir.



Pi Sayısının Yedi Basamağı: Zhang Heng ve Zu Chongzhi

Büyük olasılıkla dünyanın en ünlü sayısı, tüm dünyada Yunancadaki ismiyle bilinen pi sayısıdır.

Yaklaşık olarak yirmi iki bölü yedi ya da çoğunlukla $3,14$ olarak kullanılan pi, bir dairenin özelliklerini tanımlar. Bir dairenin yarıçapını r olarak kabul edersek, dairenin büyüklüğü

ne olursa olsun çevresi her zaman $2\pi r$, alanı da πr^2 olacaktır. Dolayısıyla pi uygulamalı geometride oldukça kullanışlıdır, öyle ki Gize'deki antik Mısır piramitlerinin yükseklikleri, pi oranı ve piramitlerin çevresi hesaplanarak saptanmıştır. Aynı zamanda pi süregelen matematiksel bir problemi (cetvel ve pusula gibi temel araçlar kullanılarak belli bir daireyle eşit alana sahip bir kare oluşturulabilir mi?) çözmeye çalışma konusunda çok önemli bir unsurdur.

Pi sayısı, tek bir kişinin keşfi değildir. Matematikle uğraşan her eski uygarlık (Babil, Mısır, Yunanistan, Hindistan, Çin, Orta Amerika'daki Mayalar ve diğerleri) birbirlerinden bağımsız olarak bu sayıyı hesaplıyordu. Pek çok eski matematikçi birkaç farklı geometrik yaklaşımı kullanarak 3,12 ve 3,16 arasında bir değere ulaştı. Çinli bir mucit olan Zhang Heng (MÖ 78-139) pi sayısının 10'un karekökü, yani 3,162 olduğunu ileri sürdü.

Ancak pi sayısını yedi basamağa kadar doğru olarak hesaplayan ilk kişi Zhang'ın yurttaşı, astrolog, mühendis ve matematikçi Zu Chongzhi (MÖ 429-500) idi. Chongzhi'nin bulduğu sonuç 3,1415926 ve 3,1415927 sayıları arasındaydı. Bu doğru hesaplamanın Avrupa'da yapılması bin yıl sonra mümkün olacaktı.

Zu'nun asıl ilgi alanı takvimlerdi; ekinoksların devinimini hesaba katan ilk Çinli takvimci oydu. Takvimi şaşırtıcı bir şekilde doğrudu; bir yılı 365,24281481 gün olarak, yani günümüzün hesaplamalarından sadece 50 saniye eksik hesaplamıştı.

Zu, takviminin Çin'de benimsendiğini yaşarken görmedi; ancak at arabası ve yandan çarklı vapur gibi icatlarıyla tanındı. Bir diğer mirası matematik üzerine bir kitaptı; ancak bu kitap büyük olasılıkla imparatorluk müfredatından geliyordu, çünkü çoğu bilgin için bile çok zordu.

Pi sayısı, matematiksel çalışmalar için yararlı olmaya devam etti. Ferdinand von Lindemann (1852-1939) 1882'de pi'nin aşkın sayı, yani sonsuz ve tahmin edilebilir bir düzene sahip olmayan bir sayı olduğunu gösterdi. Ve 2011'de bir bilgisayar programı 191 günde pi sayısının 10 trilyon basamağını hesapladı. Şüphesiz bir gün bir bilgisayar bize 10^{100} 'ün değerini de gösterecek.

Sinüs Tabloları: Aryabhata

Antik Hindistan'ın genç dahi Aryabhata (476-550) tarafından canlandırılmış, gelişmiş bir matematik kültürü vardı. Önemli eseri *Aryabhatiya*'yı sadece yirmi üç yaşındayken yazmıştı.

119 mısra halinde yazılan bu kitapta Aryabhata bir karekök bulma yöntemi oluşturan ve trigonometrinin temel öğelerini (daha sonra sinüs tabloları olarak adlandırıldı) özetleyen ilk insan oldu. Tablolarını oluşturmak için kullandığı yöntemlerden birinde Pisagor teoremi kullanılıyordu. Aynı zamanda bir kürenin yüzeyindeki nokta ve çizgilerin bir düzlemin üzerine nasıl yansıtılacağını gösterdi; dolayısıyla düzlem trigonometrisini bir kürenin geometrisi üzerinde uygulamış oldu.

Aryabhata cebir ve gökbilim için yenilikler sundu; ancak en önemli katkısı ondalık sistemi kullanması ve sıfır sayısının matematiksel ifadesini kavrayıştıydı. İlk medeniyetlerin tamamı hasat olmamasının açıklıkla sonuçlanacağını tahmin edebilmesine rağmen, matematiksel bir fikir olarak "sıfır", negatif sayıların gelişmesini, temel aritmetik ve matematiğin entelektüel bir uğraş haline gelmesini sağlar. Aryabhata'nın çalışmaları aracılığıyla bu kavramlar Ortadoğu'ya aktarıldı, orada temel alındı, geliştirildi ve Avrupa'ya ulaştı.

Ondalık İşareti Avrupa'ya Geliyor: Fibonacci

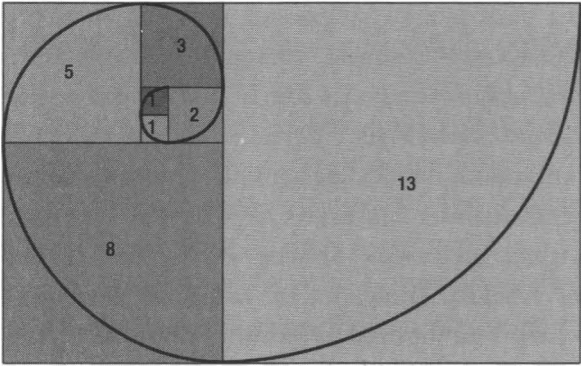
1202'ye kadar Batı Avrupa'da sıfır kavramının olmaması garip görünüyor. 1202 yılında genç İtalyan muhasebeci Fibonacci (1170-1250) çeşitli can alıcı Hint-Arap fikirlerini Avrupa'ya tanıtan ve çığır açan çalışması *Liber abaci*'yi yayımladı. Bu fikirler Arap rakamlarını, matematiksel bir fikir olarak sıfırı ve ondalık sayı sistemini içeriyordu.

Aslında Fibonacci "Pisalı Leonardo" olarak tanınıyordu; ancak en çok "Bonacci'nin oğlu" anlamına gelen adı biliniyor. Bir ticari temsilci olan Bonacci, oğlunun Kuzey Afrika'daki iş eğitiminin bir parçası olarak Arapların kullandığı matematiksel kavramları öğrenmesini tavsiye etti. İtalya'ya döndüğünde Fibonacci Avrupalıları Arap sisteminin Roma rakamlarından çok daha basit olduğu konusunda ikna etti ve onlara daha doğru hesaplamalar sundu. Matematiksel anlamda sıfırın kullanımı, negatif sayı (ya da sıfırdan küçük olan sayılar) kavramını getirdi; dolayısıyla Fibonacci aynı zamanda Avrupa'da sayılar kuramının ilerideki gelişiminin zeminini oluşturdu.

Soyut kuramlar için pratik uygulamalar keşfeden bilgili matematikçi Fibonacci, örneklerinin çoğu ticaretle ilgili (maliyet ve kârın hesaplanması ya da Akdeniz bölgesinin başlıca para birimlerinin birbirlerine dönüştürülmesi gibi) olduğu için özellikle tüccarlara yönelik kitaplar yazdı. Aynı zamanda arazi ölçme sorunlarına da çözümler üretti.

Fibonacci en çok belirli şartlar altında kaç tane tavşanın üreyeceği sorusuyla hatırlanır. Bu soruya yanıtı her ardışık sayının birbiriyle toplanmasıdır ve "Fibonacci Dizisi" olarak bilinir. Bu yöntem bilim, matematik ve doğanın birçok alanına uygulanabiliyor. *Liber abaci*'de ilk terimi dahil etmemiş olsa

da bu dizi 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 şeklinde başlar (en baştaki durum haricinde) ve her sayının kendisinden önceki iki sayının toplamı olması koşuluyla devam eder. Bu sayılardan kareler oluşturulduğunda ve her karenin karşısındaki noktalar birleştirildiğinde bir sarmal elde edilebiliyor. Bunun gibi sayılardan oluşturulan modeller matematikçiler tarafından çok sevilir; ancak Fibonacci dizisinin aynı zamanda bazı matematik problemlerini çözme konusunda pratik kullanımları da olmuştur. Bu dizi diğer bilim insanlarının da ilgisini çeker; çünkü bazı bilgisayar yazılımlarında kullanılır, ekonomik büyüme modelinin bir parçasını tanımlar ve bazı doğal nesnelerde (bazı yaprakların gövdeden çıkış şekli, ananas ve kozalakların halkaları, ayçiçeklerinin taçyapraklarının düzeni ve ahududuların içindeki tohumların dağılımı gibi) bulunur.



Fibonacci Dizisi'nin görsel anlatımı.

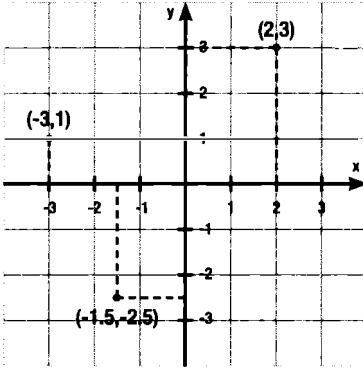
Kartezyen Koordinatlar: René Descartes

Nesiller boyunca okul çocuklarının grafikler üzerindeki x ve y eksenlerini çözmeye çalışmalarının sorumlusu, Kartezyen

koordinat buluşunun sahibi Fransız filozof ve matematikçi René Descartes'tır.

Descartes, duvarlarda ve tavanda dolaşan sineği boş bir şekilde izlerken, sineğin ilerleyişinin hem geometrik olarak -ilerlediği yolun yarattığı çizgi ve o çizginin oluşturduğu şekiller- hem de cebirsel olarak bir noktalar dizisi halinde resmedilebileceğini fark etti. Ardından noktaların konumunu göstermek için düz bir yüzeye numaralı dikey ve yatay çizgiler ya da eksenler kullanarak bir Kartezyen (bu sözcük, René Descartes'ın adının Latince yazımı olan Renatus Cartesius'tan geliyor) düzlemi çizdi.

Bu fikri Fransız Pierre de Fermat'yla yaklaşık olarak aynı zamanlarda buldu ve bu durum bir çekişmeye yol açtı. Bunun sonucunda matematiksel zekâya sahip iki büyük bilim insanı asla işbirliği yapmadı.



Kartezyen koordinatlarının dört köşeli sistemi. İki sayı doğrusu birbirine dik açılı şekilde konumlanır ve orijin denilen bir noktada birleşirler. Orijinin sağ üstündeki bölgede bulunan noktalar pozitif, sol altındakiler ise negatif kabul edilir. Sistemdeki noktaların eksenlere olan uzaklıkları ise iki koordinatı ifade eder ve dikey eksene ait değer önce yazılır. Tüm koordinatlar parantez içinde yazılır ve orijin (0,0) olarak kabul edilir.

Basit grafikler haricinde Descartes'ın bu icadı harita dizinleri şeklinde yaygın ve günlük olarak kullanılmaktadır; öte yandan analitik geometriye sağlanan bu katkı, cebir ve geometri arasında çığır açan bir bağ oluşturmuştur. Cebirsel terimlerin koordinat ya da doğru olarak ifade edilmesini ve geometrik şekillerin cebirsel eşitlikler şeklinde ifade edilmesini sağlamıştır. Bu, Descartes'ın fikirlerinden derin bir şekilde etkilenen Isaac Newton'ın daha sonra keşfettiği sonsuz küçükler hesabının temelini oluşturunuyordu.

Descartes aynı zamanda sayıların üslerini belirtmek için günümüzde standart haline gelen üstsimgelerin gösterimini (2^{10} gibi) başlatmıştı.



René Descartes (1596-1650)

Descartes analitik geometri teorisini aşırı sıcak bir odada sıcaktan bunalırken formülleştirdi. Bu atak sırasında onu mantık ve felsefe arasında ilişki kurmaya yönlendiren hayaller gördü.

“Modern Felsefenin Babası” Descartes, başka her şeyden şüphe etme yöntemiyle ulaştığı “Cogito, ergo sum” (“Düşünüyorum, öyleyse varım”) ifadesiyle tanınır. “Açık bir şekilde bilmediği hiçbir şeyi doğru olarak kabul etmeme” konusunda dikkatliydi. En önemli çalışmalarından biri olan *Metot Üzerine Konuşma*'yı bilim dili olan Latince yerine herkes (“kadınlar bile” diye ayrıca belirtmişti) yazdıklarını okuyabilsin diye Fransızca yazdı.

Bir yere adını veren nadir matematikçilerdendir.

Doğduğu kasaba La Haye en Touraine'in adı, onuruna Descartes olarak değiştirildi.



Sayılar Kuramı: Pierre de Fermat

Antik Yunan zamanlarından beri “sayılar kuramı” olarak bilinen matematik dalı, Fransız avukat Pierre de Fermat (1601-1605) bu dalı canlandırana kadar Batı’da ilgi görmemişti. Yüksek aritmetik de denen bu dal sayıların özellikleri ve birbirleriyle olan ilişkileriyle ilgilenir. Fermat yalnızca tamsayılarla çalışan ilk kişiydi. Belirlediği sorunların çözümlerinde küsurat kabul etmiyordu.

Fermat, yaklaşık olarak René Descartes’la aynı zamanda bir koordinat sistemi geliştirdi, dolayısıyla analitik geometrinin kurucularından biri sayılır. Blaise Pascal’la beraber de çalıştı ve birlikte olasılık kuramını oluşturdular.

Fermat cebrin matematik problemlerinin analiz edilmesinde kullanılabileceği konusunda François Viète’ye (1540-1603) uydu. Varsayımlar ve kuramlar içeren, ispat ya da çözüm aramayı okura bırakan *Arithmetica* adlı kitabın yazarı Diophantus gibi antik Yunanlardan da ilham aldı. Benzer şekilde matematiksel bulmacalar oluşturdu ve bir kanıtı nasıl ulaştığını nadiren açıkladı.

Uzun dönemde Fermat modern sayılar kuramını doğrudan etkiledi. Ancak kısa dönemde yarattığı etki daha azdı, çünkü o dönemin bilginleriyle olan yazışmalarından ya da kitaplardaki dipnotlarından bilinen çalışmalarını nadiren yayımlıyordu. Fermat küçük kuramı ve son kuramıyla tanınır.

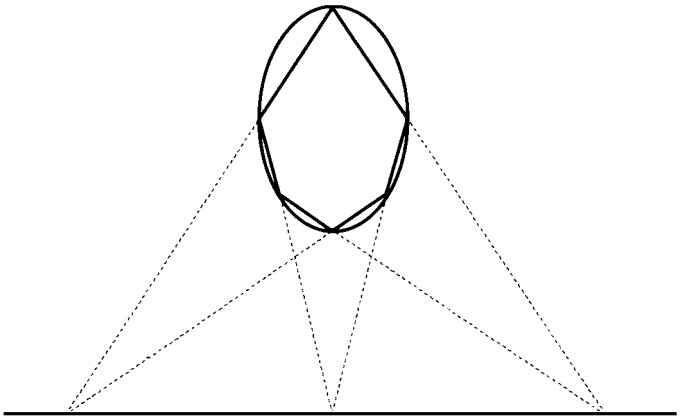
Süregelen asal sayılar araştırması için bir araç olan küçük kuramı, p 'nin asal sayı olduğu durumda $np - n$ ifadesinin sonucunun her zaman p 'nin katı olacağını söyler. Son kuramı “son”dur; çünkü Fermat’ın diğer bulmacaları uzun zaman önce çözüldü ancak bunun çözümü yaklaşık 300 yıl boyunca bulunamadı.

Projektif Geometri ve Olasılık Kuramı: Blaise Pascal

On yedinci yüzyılda Fransız dahi Blaise Pascal matematiğin projektif geometri ve olasılık kuramı olmak üzere iki yeni yöne girmesine yardımcı oldu. Aynı zamanda ilk mekanik hesap makinelerinden birini yaptı ve ilgi çekici bir sayı dizisi olan Pascal üçgenine adını verdi.

Pascal, projektif geometri teoremini sunduğunda sadece on altı yaşındaydı. Bu alan, geometrik şekillerle bu şekiller başka bir yüzeye yansıtıldığında oluşan imgeler arasındaki ilişkileri konu alır. Pascal’ın kuramı bir altıgen bir çemberin içine çizildiğinde altıgenin üç karşı kenarının düz bir çizgi üzerindeki noktalarda kesişeceklerini gösterdi.

Pascal 1654’te Pierre de Fermat’yla iki kumar problemi üzerine mektuplaştı. Bu problemler düşüşün hangi sıklıkla beklenmesi gerektiği ve oyuncuların oyunu erken bitirdiği durumda ortaya konan paranın adil olarak nasıl bölüneceğiydi. Sonuç, belirli şartlar altında bir değişkenin beklenen değerinin hesaplanmasını sağlayan olasılık kuramıydı.



Pascal'ın kuramını gösteren, çemberin içine çizilmiş bir altıgen.

Pascal ünlü hesap makinesini (Pascaline olarak bilinir) vergi tahsildarı olan babasına yardımcı olmak için geliştirmişti. Makine toplama ve çıkarma işlemlerini yapıyordu; ancak modern bilgisayarların habercisi niteliğinde bir buluş olmasına rağmen ticari açıdan tam bir fiyaskoydu, çünkü pahalıydı ve kullanımı zordu.

Önemli matematiksel başarılarının yanı sıra Pascal yalnızca adıyla anılan basınç yasasını geliştirip hidrolik basınç ve şırıngayı icat etmekle kalmamış, vakumun varlığını da kanıtlamıştı. Fransız düşünür René Descartes vakumun varlığını kabul edemeyip cevaben “Pascal'ın kafasında çok fazla vakum olduğunu” yazmıştı.

Blaise Pascal (1623-1662)

Blaise Pascal, oğlunun en azından on beş yaşına gelene kadar matematikle ilgilenmemesi gerektiğine inanan babası tarafından evde eğitildi. Yani o alanda tamamen kendi kendini eğitti.

Pascal 1646'da Katoliklik bünyesinde teolojik bir hareket olan ve bazıları tarafından Katolik inancına ters düştüğü öne sürülen Jansencilik'i benimsedi. Gittikçe daha da dindar oldu ve 1654'te dünyaya sırtını dönüp tamamen ibadete yöneldi. Bu noktadan itibaren çok az matematiksel çalışması oldu ve 1662'de kanser nedeniyle ölene kadar geçen yıllarını dini düşüncelerini (*Pensées*) yazarak geçirdi. Bu eser, Tanrı'ya inanmanın "Eğer Tanrı yoksa ona inanmak kişiye hiçbir şey kaybettirmeyecektir; ancak eğer varsa ona inanmamak her şeyi kaybettirecektir," düşüncesi nedeniyle mantıklı olduğunu savunduğu, olasılığa dayanan savını, yani "Pascal'ın Bahsi"ni içerir.

İkili Sayılar: Gottfried Wilhelm von Leibniz

Alman bilge Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646-1716) İngiliz Isaac Newton'la "Kalkülüs Öncelik Münakaşası"na dahil olmasıyla tanınır. Uzun yıllar boyunca İngiliz bilim insanları Leibniz'in bilime ve matematiğe katkılarını kabul etmeyi reddetti.

Leibniz kalkülüs dışında dijital devrimin ve bilgisayarlarımızın yolunu açan ikili sayı sistemini geliştirerek modern dünyanın önemli bir kısmını etkiledi. 1679'da sistemi bugün kullanıldığı şekilde anlattığı "İkili Aritmetiğin Açıklaması" başlıklı çalışmasını yayımladı.

İkili sayı sistemi temelde ikiye dayanan bir sayma sistemidir, yani on rakam yerine iki rakam kullanılır; ancak Leibniz'den önce bu iki sayı yerine harfler kullanılıyordu. Leibniz 0 ve 1 rakamlarını tanıttı ve sistemi göstermeye sağdan sola okuyarak başladı.

İkili sayma sistemi çoğu insana kullanışsız gelir ancak bu sistem, günümüzde iki elimiz kadar gerekli olan dijital aletlerin standart temelini oluşturur.

Avukat, saray mensubu ve diplomat olan Leibniz aynı zamanda dünyanın, Tanrı'nın yaratabileceklerinin en iyisi olduğunu düşünen bir filozoftu. Kütüphane sınıflandırma sisteminden simgesel mantığa kadar pek çok konu üzerine yazmaya zaman buluyordu. Newton'ı savunan Fransız yazar Voltaire, *Candide ya da İyimserlik Üzerine* adlı romanına Leibniz'i Profesör Pangloss adında bir karakter olarak dahil ederek onun gülünç bir taklidini yaratmıştı.

Kalkülüs: Sir Isaac Newton

İngiliz doğa filozofu Isaac Newton, yerçekimi kuramı ve hareket yasalarıyla bilinir; ancak fizik ve matematik alanlarında yaptığı çalışmaları birbirinden ayırmak zordur. 1687'de yazdığı etkileyici kitabı *Doğa Felsefesinin Matematiksel İlkeleri*, evren görüşünü aktarmasının yanı sıra matematiğin pek çok hususunu inceliyordu. Yerçekimi kuvveti için matematiksel bir denklem bile oluşturmuştu:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Newton'ın 1665'te üzerinde çalışmaya başladığı alan, daha sonra devrim niteliğinde matematiksel bir ilerleme haline gelecek olan kalkülüs ya da “değişim araştırması” olacaktı. Özellikle düşen cisimlerin değişen hızlarını ve belli anlarda gezegenlerin yörüngelerini hesaplamak istiyordu.

Yaklaşımında “fluksiyonlar” adını verdiği, tanjantların ya da bir eğrinin (yörünge gibi) belli bir noktadaki eğiminin cebirsel ifadesini kullandı. Bunlar akımın büyüklüğünü ya da eğri üzerindeki değişimi hesaplamasını sağladı ve bir türev fonksiyonunun, fonksiyonun herhangi bir noktasının eğimini verdiğini ortaya çıkardı. Değişim hızının da eğriyle sınırlı alanın tamamıyla ters ilişkili olduğunu keşfetti.

Kalkülüs her iki alanın (integral kalkülüs) ve bir sistemdeki değişikliklerin (diferansiyel kalkülüs) hesaplanmasına olanak sağladığından ileri matematiksel analizler için önemli bir araçtır. Uygulama alanlarından biri de işlem sonuçlandırıldığı an minimum kredi kartı ödemesini belirlemektir.

Newton, Alman Gottfried Wilhelm von Leibniz'le kalkülüsle ilgili öncelik ve fikir çalma konusunda uzun soluklu bir tartışmaya girdi. Ancak iki bilim insanı eğer kalkülüsü aynı zamanlarda keşfettiyse, büyük olasılıkla birbirlerinden bağımsız olarak keşfettiler ve kesinlikle farklı yöntemler kullandılar demekti. Newton bir fonksiyonu türetmeye odaklanmışken Leibniz alanları ve hacimleri hesaplamak için fonksiyonun integralini alma yöntemini kullandı. Günümüzde matematiksel kalkülüste kullandıklarımız onun sembolleridir. Örneğin “f” simgesi alanları toplamak ya da integralleme için, “dy/dx” ifadesi ise türevleme ya da değişim oranlarını ifade etmek için kullanılır.

Kalkülüs, Newton'ın matematiğe tek katkısı değildi.

O kadar çok matematiksel konuda (binom açılımı, kök bulmada Newton yöntemi, üstel seriler, kübik eğrilerin sınıflandırılması) ilerleme sağladı ki, geleceğin matematikçilerinin izleyeceği yolları gösteren bir harita hazırlamış oldu.

1676'da "Eğer daha ileriye gördüysem, bu, devlerin omuzlarında durduğum için olmuştur," demişti.



Sir Isaac Newton (1642-1727)

İngiltere'nin Lincolnshire şehrinde doğan, tüm zamanların en önemli bilim insanlarından biri olan Isaac Newton fikirlerinin çoğunu eğitim almakta olduğu Cambridge Üniversitesi veba yüzünden kapandığı için ailesinin evinde kalırken, 1665-1666 yıllarında formüleştirdi. İşte o dönemde, efsaneye göre ağaçtan bir elma kafasına düştüğünde yerçekimi yasasını oluşturmuştu.

Uzun yıllar boyunca çalışmalarını yayımlamasa da o iki yıl boyunca sıradışı bilimsel ilerlemelere imza attı. Eleştiri konusunda çok hassastı, 1671'de ışık ve renk ile ilgili ilk kuramları iyi karşılanmayınca simya ilmiyle ilgili çalışmalarını kabuğuna çekilerek sürdürdü. *Doğa Felsefesinin Matematiksel İlkeleri* adlı önemli çalışmasını yayımlaması için ikna edilmesi gerekmişti. Newton simya, antik tarih ve İncil üzerine de kapsamlı yazılar yazdı. Parlamento üyesi oldu, İngiliz Kraliyet Darphanesi'ni yeniden düzenledi ve 1703'ten itibaren her yıl Kraliyet Cemiyeti'nin başkanı seçildi. 1705'te kendisine şövalyelik unvanı verildi.



Cebirin Temel Kuramı:

Carl Friedrich Gauss

Alman bilge Carl Friedrich Gauss'un matematik ve bilime olan katkıları (Gauss eğriliği, Gauss olasılık dağılımı, manyetik alan kuvveti birimi olarak gauss) öyle çoktu ki bu ona "Matematikçilerin Prensi" unvanını kazandırdı. Henüz yirmi yaşında bile değilken on yedi kenarlı bir çokgenin bir cetvel ve pusulalar kullanılarak oluşturulabileceğini ispatlayarak antik Yunanlardan beri en önemli ilerlemelerden birini kaydetti.

1799'da başka bir önemli başarıya imza atarak "cebrin temel kuramı" nı ispatladı. Adının aksine bu kuram modern cebirin temeli değildi; ilk matematikçilerin oluşturduğu birçok bulmacadan biriydi yalnızca. Gauss bir denklemin ifadelerinden yararlanarak cebirsel eğriler oluşturdu ve bu eğrileri açılar ve topolojiyi (geometrinin, doğrular değişse bile değişmeyen özellikleri inceleyen bir türü) kullanarak analiz etti. Eğrilerinin bir daireyle olan bağlantılarının dış değerlerini hesaplayarak kanıt oluşturdu.

1801'de cebirsel sayı kuramı ya da "yüksek aritmetik" üzerine yazılmış ilk sistematik ders kitabı olan *Aritmetik Araştırmalar* adlı çalışmasını yayımladı. Konu hakkındaki dağınık yazılarını özetledi, öne çıkan problemlerle ilgili kuramlarını sundu, kavramlar ve araştırma alanlarıyla ilgili tanımlayıcı analizlerini paylaştı. Diğer ilerlemelerin yanında "yaklaşık olarak eşit" simgesini ($\cong$) yarattı.

Sayılar kuramını tanımlarken kuramın "sihirli bir albenisi" olduğunu ve "matematiğin diğer bölümlerine fazlasıyla üstün geldiğini" söylemiştir.



Carl Friedrich Gauss (1777-1855)

Günümüzde Almanya sınırları içinde bulunan Brunswick'te doğan Gauss dahi bir çocuktı ve işçi bir aileden geliyordu; annesi okuma yazma bilmiyordu ve doğum tarihini kaydetmemişti. On dört yaşındayken annesi ve öğretmenleri onu Brunswick düküne götürdü. Dük, ona okulda kalmasını ve Göttingen'de üniversiteye gitmesini sağlayan bir burs verdi.

Gauss 1801'e gelindiğinde temel matematiksel ve bilimsel yaklaşımını belirlemişti: Dikkatli deneysel araştırmalar, ardından derinlemesine düşünme ve kuramın oluşturulması. Matematiğin birçok alanı bir yana, gökbilimden haritacılığa ve manyetizme kadar şaşılacak sayıda alanda çalışarak uzmanlaştı. Bir dalı araştırıyor, bir keşif ya da buluş yapıyor, ardından başka bir konuya geçiyordu. Gerçek bir bilgeydi. Ancak özel hayatında değişimi sevmiyordu, dolayısıyla toplum tarafından tanınmasını sağlayabilecek konferanslara katılmadı. Yayımlanan 178 çalışması, geride bıraktığı bir sürü yayımlanmamış makalesi, notu ve günlüğü bulunmaktadır.

Üç Cisim Problemi ve Kaos Teorisi:

Henri Poincaré

Isaac Newton Güneş sisteminin nasıl işlediğini gösteren matematiksel bir eşitlik oluşturmaya çalışan, ancak bunu başaramayan önemli bilim insanlarından biriydi. Özellikle ikiden daha fazla cismin hareketini (ve neden hiçbir zaman çarpışmadıklarını) çözememişlerdi. 1887'de İsveç Kralı II. Oscar, üç cisim problemini (günümüzde n -cisim problemi olarak biliniyor ve n , ikiden büyük bir sayıya karşılık geliyor) çözene ödül vereceğini açıkladı.

Fransız maden mühendisi ve matematikçi (Jules) Henri Poincaré (1854–1912), Güneş sisteminin kararlılığını tanımlayan karmaşık diferansiyel denklemleri araştırıyordu. İki büyük cismin yanında, diğerleri üzerinde çekim etkisi olmayacak kadar küçük üçüncü bir cismi düşünerek problemi daha basit bir hale getirdi. Böylece, küçük olan cismin sabit bir yörüngesi olduğunu gösterebildi; ancak bu yörüngenin cismi diğer cisimlerden uzağa taşımayabileceğini ispatlayamadı.

Katkısı, kralın ödülünü kazanmasını sağlayacak kadar önemliydi; ancak sonrasında bir hatayı ortaya çıkardı ki bu, yörüngenin tamamen düzensiz olabileceği anlamına geliyordu. Küçük bir değişim çok büyük, tahmin edilemeyen hareketlere neden olabiliyordu. Rastlantı sonucu kaos kuramını bulmuştu.

Hesaplama gücü olan bilgisayarlardan yoksun olduğu için kaos kuramı çalışması, bilgisayarların bir sistemde yapılan küçük değişimlerden kaynaklanan birçok permütasyonu hesaplamayı mümkün hale getirdiği 1960'lı yıllara kadar etkisiz kaldı. Ardından Amerikalı meteoroloji uzmanı Edward Lorenz (1917-2008) bu kuramı hava değişimleri modelleri

üzerinde uyguladı ve dile “kelebek etkisi” terimini kazandırdı. n-cisim problemi ise hâlâ tam olarak çözülemedi.

Yapay Zekâ: Alan Turing

Matematiksel mantığa kendini kaptıran İngiliz şifre çözücü Alan Turing, elektronik dijital bilgisayarların insan zekâsını taklit edip edemeyeceğini görmek için bir test geliştirdi. Bu teste “taklit oyunu” adını verdi.

1950’de “Bilgisayar Mekanizması ve Zekâsı” başlıklı makalede “Turing Testi”ni anlattı. Bu test için önceden birbirini tanımayan, farklı odalarda bulunan ancak teleksle iletişim sağlayan üç katılımcıya ihtiyaç duyuluyordu (bir insan, bir makine ve bir sorgucu). İnsan beynini fiziki bir makine olarak modelleyerek bilgisayar yanıtlarının insan yanıtlarından ayırt edilebilir olup olmadığını görmek için bir dizi test oluşturdu. Turing’in makalesi makinelerin insan zekâsı sergileyemeyeceği düşüncesine karşı bir dizi sav da sundu.

2014’te Rus bir bilgisayar programı insan sorgucularının yüzde 30’undan fazlasını on üç yaşında erkek bir çocuk olduğuna ikna ederek testi geçti.

Turing’in makine zekâsı üzerine yaptığı araştırmalar, yapay zekâ ve insan bilinci hakkında birçok önemli felsefi soru yarattı. 1950’de Turing “İnanıyorum ki, bu yüzyılın sonunda makinelerin düşünebildiğinden bahsedilebilecek,” diye yazdı. Bu durum hâlâ bilimkurgu; ancak belki de çok uzun süre öyle kalmayacak.



Alan Turing (1912-1954)

Londra'da doğan Alan Turing'in 1936'da yaptığı "beslendiği fonksiyonları otomatik olarak uygulayan varsayıma dayalı bir makine" tanımını bilgisayara işaret ediyordu. Dolayısıyla Turing bilgisayarların gelişiminin en önemli figürlerden biriydi.

Turing 1938'de İngiliz hükümetinin Kod ve Şifre Okulu'na gitti; bir sonraki yıl İkinci Dünya Savaşı patlak verdiğinde Nazi şifrelerini kırmaya çalışan, Bletchley Park'ta bulunan bir ekibe katıldı. Bu kodlar "Enigma" olarak bilinen Alman makinesi tarafından şifrelenmişti ve Turing'in savaş sırasındaki çabaları sonucunda "Bombe" adlı kriptanalitik bir makine icat edildi. Bu makine sonunda şifreyi çözdü. Bu, müttefiklerin zaferine yapılmış önemli bir katkıydı. Turing'in geliştirdiği bilgi ve istatistik kuramı kriptolojinin bir bilim haline gelmesini sağladı.

1952'de Turing, o günlerde yasadışı olduğu için, homoseksüel ilişki sebebiyle tutuklandı. Yüksek düzey güvenlik izni iptal edildi ve 1954'te siyanürlü bir elma yiyerek intihar etti.



Fermat'nın Son Kuramını Çözmek:

Andrew Wiles

İngiliz matematikçi Andrew Wiles (d. 1953) daha on yaşındayken 326 yıllık “Fermat’nın son kuramı” denen probleme kütüphanedeki bir kitapta rastlayınca ilgisini çekti. Kurama bir kanıt bulması için otuz yıl beklemesi gerekecekti.

Pierre de Fermat bu bulmacayı 1637’de, kendine ait antik Yunan Diophantus’un kitabı *Arithmetica*’nın üzerine çizdi, kanıtının kitabın kenar boşluklarına sığmayacağını not etti. Wiles, Fermat’nın erişemeyeceği teknikler kullandı, günümüzde birçok matematikçi Fransızın kanıta sahip olduğu konusunda yanıldığını düşünüyor.

Fermat’nın son kuramı, $a^n + b^n = c^n$ eşitliğinin, n ’nin ikiden küçük olduğu durumlarda yalnızca pozitif tamsayılarla çözülebileceğini ifade eder. Fermat, n ’nin 4 olduğu durumun kolayca çözülebilen özel bir durum olduğunu, dolayısıyla bu örnekte zorluk bulunmadığını söyler. Kuram, on dokuzuncu yüzyılın ortalarına kadar birçok asal sayı için ispatlanmıştı ve kuramın doğruluğunu 4 milyona kadar tüm asal sayılar için gösterecek hesaplamaların yapılması bilgisayarlar sayesinde mümkün oldu. Ancak tüm sayılar için bir ispatın “ulaşılabilir” (imkânsız ya da en azından mevcut bilgi birikimiyle mümkün değil) olduğu düşünülüyordu.

Yine de yirminci yüzyıl matematikçilerinin birbirini izleyen çalışmaları 1986’da kuramın, elips şeklindeki eğrileri modüler şekillerle (dört boyutta da bulunan karmaşık analitik fonksiyonlar) ilişkilendiren Taniyama-Shimura-Weil varsayımıyla (daha sonra “modülerite teoremi” adı verildi) bağlantılı olabileceğini gösterdi. Eğer bağlantı doğru idiyse, Fermat eşitliğinin herhangi bir çözümü modüler olmayan bir elips

şeklinde bir eğri yaratırdı, yani olamazdı. Başka yeni fikirlerle beraber bu, Andrew Wiles'in probleme olan ilgisini canlandırdı.

Wiles, 1994'te bu yeni modülerite tasarısını ispatladı; çalışması aynı zamanda Fermat'nın son kuramını da ispatlamış oldu. Yine de ilk ispatında küçük bir hata olduğu anlaşıldı. Richard Taylor'la (d. 1962) çalışan Wiles, bu hatayı düzeltti ve tamamlanmış ispatını 1995'te yayımladı.

Wiles 2000'de yıllardır çözülemeyen bu matematiksel bulmacayı çözme başarısı gösterdiği için şövalye unvanı aldı.

İnternet Sunucuları Ağı: Tim Berners-Lee

Bilgisayarlar, Pascaline, Charles Babbage'ın (1791-1871) fark makinesi, Ada Lovelace'in (1815-1852) algoritmaları ve Turing makinesi gibi ilk hesaplama makinelerinden hareketle geliştirilmiştir. Bilgisayarları ağlara bağlamak, paylaşılan bilgisayarların ne kadar güçlü olabileceğini gösterdi ve İngiliz bilgisayar uzmanı Tim Berners-Lee (d. 1955) bunu internet sunucuları ağını (world wide web [dünya çapında ağ] - www) icat ederek bir adım ileri götürdü.

Berners-Lee, söz konusu ağla ilgili ilk tasarısını CERN'de (Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi) çalışırken yazdı. Kafasında bilgisayarların geniş bir ağ üzerinde birbirine bağlı ve bilginin erişilebilir olduğu küresel bir alan canlandırıyordu. O dönemde internet bilim insanları ve askeriye'nin kullandığı, bilgisayarlar arası ağdan ibaretti; ancak Berners-Lee bir bilgisayar kullanıcısının başka bir belgeye "atlayabilmesini" sağlayan hiper metin bağlacını kullanarak internet aracılığıyla erişilebilecek bir dosya ağı yaratabileceğini fark etti.

Berners-Lee bu hayalini 1990'da, bilgisayarlar tarafından hiper metin dosyalarını iletmek için kullanılan Hiper Metin Aktarma Protokolü'nü (Hypertext Transfer Protocol, HTTP) yazarak gerçeğe dönüştürdü. Aynı zamanda hiper metin sayfaları düzenlemek için Hiper Metin İşaretleme Dili'ni (Hypertext Markup Language, HTML) yazdı, sayfaların incelenmesine olanak sağlayan bir müşteri programı ya da tarayıcı geliştirdi ve ilk ağ sunucusunu kurdu.

İcadının patentini almayı reddetti; çünkü icadının herkes için erişilebilir olmasını istemişti ve ağın tüm alanlarının herkese açık olması için kampanya düzenledi. 1994'te ağın standartlarını ve gelişimini denetleyen Dünya Çapında Ağ Birliği'ni (W3C) kurdu. 2004'te Berners-Lee'ye şövalyelik nişanı verildi ve dünyanın her yerinden üniversiteler ve kuruluşlardan onur belgeleri aldı.

Günümüzde genç insanlar telefonları, tabletleri, hatta akıllı saatleri bir yana, bilgisayarlarının tüm dünyadaki diğer bilgisayarlarla bağlantılı olmadığı bir dünyayı hayal bile edemiyor. Berners-Lee'nin icadı, iletişimi ve bilgi akışını kökten değiştirdi.

Fizik: Cisimler Nelerden Oluşur?



Fizik sözcüğü Yunanca “doğa” sözcüğünden türemiştir ve bu bilim dalı her şeyin doğasını araştırır. Fizik kanunları doğa kanunlarıdır ve bu bilim dalının önemli faaliyetlerinden biri, bir atomdan bir yıldız kadar evrenin her köşesinde aynı şekilde geçerli olacak ortak yasaların araştırılmasıdır. Günümüzde fizik, özellikle madde ile enerji ya da parçacıklar ve onları etkileyen güçlerin araştırılması olarak tanımlanıyor. On dokuzuncu yüzyılın son yıllarına kadar maddi dünya tamamen klasik fiziğin (ya da Newton fiziği) ilkelerine göre açıklanıyordu. Ancak yaklaşık olarak 1900 yılında, artık Newton fiziğinin uymadığı tamamen yeni çalışma alanları (görelilik ve kuantum fiziği) ortaya çıktı.

Dolayısıyla artık fizik iki bölüme ayrılmış durumda. Bilimde modern fikirlerin eskilerinin yerini alması normalken “modern” fizik klasik fiziğin yerini almak yerine eski kavramlarla örtüşür. Klasik fizik deneyimlediğimiz dünyada geçerlidir; ses, elektrik, makineler gibi. Modern fizik, örneğin parçacık fiziği ve göreliliği içeren kuantum mekaniği, atomun bilinen en küçük parçaları, ışık hızı ya da çok büyük cisimler gibi doğanın aşırılıklarıyla ilgilenir.

Elementler ve Parçacıklarla ilgili İlk Kuramlar: Thales ve Aristo

Çoğu zaman fiziğin yaklaşık MÖ 624'te doğan antik Yunan filozof Miletli Thales'le başladığı söylenir. Thales, batıl inançların bir kenara bırakılması ve doğa olaylarının gözlemlere dayanarak açıklanması gerektiğini savunan ilk kişi ydi. Ne yazık ki yalnızca suyu gözlemledi ve tüm dünyanın suyun değişik şekillerinden oluştuğunu kuramlaştırdı.

Thales yüzyıllar boyunca unutuldu, Batılı bilim insanları onun yerine Yunan bilim insanı ve filozof Aristo'nun (MÖ 384-322) kuramlarını benimsedi. Aristo dünya üzerindeki her şeyin toprak, hava, ateş ve su olmak üzere dört elementten oluştuğuna inanıyordu.

Aristo'nun fikirleri Hristiyan felsefesinde benimsendi, dolayısıyla Avrupa'da ortaçağın ilk yıllarında onun evren görüşünü sorgulamak uygun bulunmuyordu. Avrupa'da bilim ancak Rönesans döneminde ilerledi. Rönesans'ın ilk önemli isimlerinden biri makine mühendisi, mucit ve çok yönlü bir bilim insanı olan sanat Leonardo da Vinci'ydi (1452-1519).

Newton Mekaniği: Sir Isaac Newton

Isaac Newton'ın kafasına bir elmanın düştüğü, böylece yerçekimini "keşfettiği" öyküsü bir mitten ibaret. Ancak kuramını bahçede dolaşırken elmaların neden her zaman dosdoğru yere düştüğünü düşündüğü sırada oluşturduğu gerçek. Çığır açan yerçekimi kuramını 1687'de yayımlanan ve dünyanın en önemli bilimsel kitaplarından biri olan *Doğa Felsefesinin Matematiksel İlkeleri*'nde yazdı. Bu, klasik mekaniğin temelini oluşturan hareket yasalarını da içeriyordu. Bunlar yeterli

değilmiş gibi Newton (1642-1727) aynı zamanda kalkülüsün ortak mucitlerinden biriydi, optikte önemli buluşlara imza attı, modern bilimsel araştırma yönteminin (deney ve analiz) geliştirilmesine yardımcı oldu.

Newton'ın hareket yasaları, kuvvetlerin ve kütlelerin hareket yaratmak için birbiriyle nasıl etkileşime girdiğini açıklıyordu. Yasalar şunlardı:

- I. Her cisim bir dış kuvvet etki etmedikçe hareket durumunu koruma eğilimindedir. Buna eylemsizlik yasası da denir. Sarkaçlar ve düşen cisimler üzerinde çalışmış İtalyan bilim insanı Galilei'nin fikirlerini doğrulamıştır.
- II. Bir cismin kütlesi (m), hızı (a) ve uygulanan kuvvet (F) arasındaki ilişki $F=ma$ şeklinde gösterilir. Bu basit eşitlik, dinamikte hesaplamalara olanak sağlar. Kuvvet uygulandığında hızın neden değiştiğini gösterir ve aynı kuvvetin çok büyük bir cismi yerinden zar zor oynatabilirken neden daha küçük bir cisme daha kısa bir sürede ivme verebildiğini açıklar.
- III. Her harekete karşılık eşit büyüklükte ve zıt yönde bir tepki kuvveti vardır. Burada Newton, yüzmekten (suyu sizden uzağa, arkaya doğru itersiniz ve su tepki verip sizi ileriye doğru taşır) arabaların buz üstünde kaymasına (tekerlekler yere kuvvet uygulayamadığı için yer "teпки" verip arabayı ileriye doğru hareket ettiremez) birçok hareketi açıkladı.

Newton'ın yasalarıyla klasik mekanik kuruldu ve kuramları hâlâ klasik fiziğin temelini oluşturuyor.

Kontrol Altındaki Şimşek: Benjamin Franklin

Elektrikle ilgili birçok sözcüğü Benjamin Franklin kullanıma sokmuştur (akü, şarj, kondüktör, hatta elektrikçi). Elektrik, uzun bir süre statik (durgun) bir fenomen olarak bilindi ve 1740'lerde kehribar ve diğer materyallerden kıvılcım saçılmasını sağlayan elektrikli makineler eğlence amacıyla kullanıldı.

Franklin laboratuvarında gördüğü elektriksiz kıvılcımların şimşekle bağlantılı olduğuna ve elektriğin bir bakıma akışkan da olabildiğine, dolayısıyla seçilmiş bir yolu izlemesi için yönlendirilebileceğine inanıyordu. Bu onu, fırtınada bir anahtara bağlı uçurtmayı uçurma deneyini yapmaya teşvik etmiş olabilir. Franklin gerçekten de şimşek ve elektriğin aynı olduğunu saptadı ve bir bina boyunca, bir ucu toprağa gömülü, bir ucu havaya doğru dik duran metal bir çubuğa bağlı metal bir kablo döşeyerek paratoneri (yıldırımsavar) icat etti.

Franklin üretken bir mucitti, sobanın ve çift odaklı gözlüğün (ihtiyacı olduğu için icat etmişti) tasarımını yapan kişi olarak bilinir.



Benjamin Franklin (1706-1790)

O günlerde İngiliz kolonisi olan Boston, Massachusetts'te doğan Franklin, Amerikan Bağımsızlık Savaşı'nda Bağımsızlık Bildirgesi'nin yazılmasına yardım eden öncü bir figürdü. Savaşın sonunda İngiltere'yle barış anlaşmasını imzalayan da oydu. En büyük oğlu William ise İngiltere'ye sadık kalarak baba oğul arasında kalıcı bir anlaşmazlığa neden oldu.

Franklin'in kariyeri farklı alanlarda başarılarla doluydu. Bilim insanı ve mucit olması dışında değişik zamanlarda matbaacı, gazeteci, postane müdürü, diplomat ve politikacı olarak görev yaptı. Aynı zamanda hayırseverdi, Pennsylvania Hastanesi ve Philadelphia Birliği İtfaiye Şirketi gibi günümüzde de faaliyetlerine devam eden pek çok tesisin kurulmasına yardımcı oldu. Köleliğin kaldırılmasının tutkulu bir destekçisiydi ve kamu hizmetlerinin bilimsel katkılarından daha önemli olduğunu düşünüyordu.



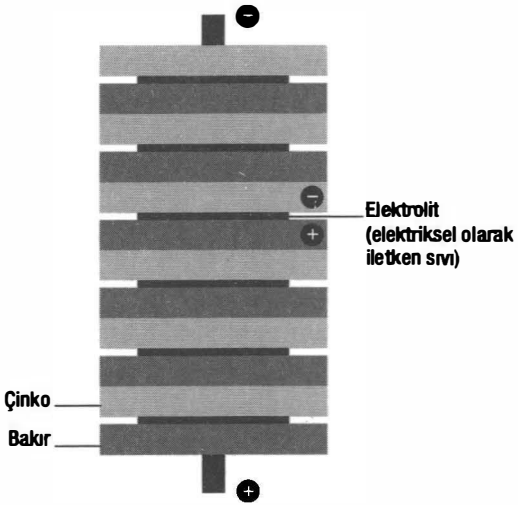
Kurbağa Bacakları ve Elektrik Pili: Alessandro Volta

İtalyan fizikçi Luigi Galvani (1737-1798) 1786'da bakır kancalara asılı duran yeni kesilmiş kurbağa bacaklarının demir bir korkuluğa dokunduklarında titrediklerini ve büzüldüklerini gözlemledi. Bu, çalışan herhangi bir elektrikli makine olmasına rağmen bir elektrik devresine benziyordu. Galvani bacakların elektrik akımını boşalttıklarını ve bir tür "hayvan elektriği" gördüğünü düşünüyordu. Bu gücün hayvanların bedenlerinde bulunduğu kuramını öne sürdü.

İtalyan Alessandro Volta (1745-1827) ise aynı fikirde değildi. Volta'nın kurbağa bacakları, hatta kendi dili üzerinde gerçekleştirdiği deneyler, sinirler ve kasların metal bir devreye dahil edildiklerinde sarsılacağını gösterdi ve iki metal levha arasına yerleştirilen herhangi bir nemli maddenin sürekli akım yaratacağını düşünmesini sağladı. Bu durum pilin bulunmasının yolunu açtı. Volta'nın ilk "voltaik pil"i (böyle

adlandırılmıştı) kâğıt ya da deri ve tuz çözeltisi ya da seyreltik asitle ıslatılmış nemli bez ile ayrılmış, silindirik bir çinko ve bakır disk yığınıydı. Teller alttan ve üstten çıkmış haldeydi. Volta, yığınının çeşitli maddeler üzerinde test ederek bunun elektrik akımı ürettiğini kanıtladı.

Yığınıyla bir şeyler daha yaptı; diğer bilim insanları Volta'nın deneyinin sonucunda eksiksiz bir biçimde elektrik üretildiğini benimsedi. Akımı, yığında gerçekleşen bir kimyasal tepkimenin ürettiği kısa süre içinde kanıtlandı ve makinenin kimyasal maddeleri ayırdığı (elektroliz) Humphry Davy ile diğerleri tarafından kabul edildi.



Voltaik pil, ilk elektrikli pil.

Atomlar, Moleküller ve Elektronlar: Amadeo Avogadro ve J. J. Thomson

1803'te İngiliz kimyager John Dalton elementlerin atom adını verdiği küçük, daha fazla parçalanamayan birimlerden oluştuğunu ileri sürdü. Bu antik Yunan'da ileri sürülen bir kurama benziyordu; ancak Aristo'nun dünya görüşü nedeniyle bir kenara bırakılmıştı. Atom gelecekte yeni parçacık fiziği (kimya ve fizik birbirinden gitgide daha çok fikir ödünç almaya başlamıştı) için çok önemli olacaktı.

İtalyan matematikçi ve fizikçi Amedeo Avogadro (1776-1856) 1811'de yeni kavramı olan "molekül"ü dünyaya sundu; bu onun birden fazla atomun gruplaşmasına verdiği addı. Avogadro'nun bir miktar gazı oluşturan moleküllerin sayısı ile ilgili yasası uzun bir süre kabul edilmedi; ancak kullandığı yeni sözcük benimsendi.

İlk atomaltı parçacığın bulunması için yüzyılın sonuna kadar beklenmesi gerekti. Keşfin sahibi 1899'daki çalışmasıyla İngiliz J. J. Thomson'dı (1856-1940). Vakumlu ortamda elektromanyetik dalgalar gibi hareket eden ancak bazı metal ve gaz özelliklerine sahip gizemli ışınlar olan katot ışınları üzerinde elektriksel bir deneyi tekrarladı. Bu ışınlar katot ya da difüzyon tüpleri yoluyla keşfediliyordu ve Thomson ışınların elektrik alanının pozitif yüklü kısmı tarafından çekildiğini, bu yüzden negatif elektrik yüküne sahip olmaları gerektiğini, çünkü zıt kutupların birbirini çektiğini keşfetti. O dönemde fizikçiler ışığın elektrik yüküne sahip olmadığını biliyordu, dolayısıyla ışınlar küçük parçacıklar olmalıydı. Parçacıkların ağırlığını ölçebilmek için yeni manyetik teknikler kullanarak bunların en hafif atom olan hidrojenden 1800 kat daha hafif olduğunu, dolayısıyla atomaltı parçacıklar olmaları gerektiğini

keşfetti ve onları “elektron” diye adlandırdı. Aslında elektrik alanının, katot tüplerinin içinde onları atomlarından ayırdığını öne sürdü.

Manyetizma: Carl Friedrich Gauss

Alman bilge Carl Friedrich Gauss olağanüstü bir matematikçi olmasının yanı sıra bir arazi etüdünü izlerken helyotropu*, 1832’de Alexander von Humboldt’a (1769-1859) Dünya’nın manyetik alanını haritalandırmada yardım ederken ise manyetometreyi icat etti. Yalnızca on iki yıl önce, 1820’de elektrik ve manyetizma arasındaki bağlantı Danimarka’da, duran pusula-nın göstergesinin elektrik pilini açtığında manyetize olduğunu fark eden Hans Christian Ørsted (1777-1851) tarafından keşfedilmişti. Böylece mıknatısın kutuplaşmasının elektrik akımının yönüne bağlı olarak değişebildiğini kazara gösteren Fransız André-Marie Ampère’in (1775-1836) bulgularını doğrulamış oldu. Günümüzde elektrik ihtiyacımızın büyük bir bölümü elektromanyetizmayla ile sağlanıyor.

Gauss’un küçük aygıtı, belli bir bölgedeki manyetik alanın gücünü ve yönünü hesaplamak için kullandığı çubuk mıknatıstan ibaretti. Meslektaş Wilhelm Weber’le (1804-1891) birlikte ilk elektromanyetik telgrafı (mesajları 1,5 kilometre öteye iletebiliyordu) yaptı. Manyetizma üzerine çalışarak birkaç matematiksel ilkeye ulaştı ve konu hakkında üç makale yazdı.

Dünya’nın manyetik kuvvetini deneysel olarak tanımladı, mutlak ölçüsünü gösterdi, neden yalnızca iki kutup olabildiğini gösterdi ve manyetik yoğunluğu eğilime bağlayan bir kuramı ispatladı.

* Arazilerde mesafe ve açı ölçümleri yapmaya yarayan alet. (ç.n.)

Elektriğin Manyetik Endüksiyonu:

Michael Faraday

Önceden ciltçi çırağı olan İngiliz araştırmacı Michael Faraday (1791-1867) elektrik motorunu ilk olarak, çırağının öne çıkmasına içerleyen akıl hocası Humphry Davy'ye kızdığı için yapmıştı. Faraday ancak Davy'nin ölümünden sonra elektromanyetizma çalışmalarına dönebildi. Önce elektromanyetik devri ispatladı. Elektrikle yüklü, asılı bir telin emniyetli bir şekilde sabitlenmiş bir manyetik çubuğun etrafında döneceğini, yalnızca bir uçtan sabitlenmiş bir manyetik çubuğun da sabit, elektrikle yüklü bir telin etrafında döneceğini gösterdi.

İkinci deneyi, elektriği bir diğerine demir bir halkayla bağlanmış bir bobin telin içinden geçirdiğinde ne olacağını görmektir. Aynı zamanda ikinci bobinde bir pusulanın üzerine asılmış bir tel vardı. Beklendiği gibi ilk tel bobini manyetize edildi; ancak Faraday, pusulanın ibresinde bir titreşim olduğunu fark etti. Manyetik endüksiyonu (manyetizma yardımıyla oluşan elektrik endüksiyonu) keşfetmişti.

Başka deneylerden sonra Faraday, manyetoelektrik indüksiyonu (manyetizmanın elektriğe dönüşmesi) üretti ve yalnızca bir tür elektrik olduğunu kanıtladı. Elektrolizin ilk yasasını da keşfetti: Bir cismin üzerindeki elektrik akımı tarafından üretilen kimyasal etki, her zaman akmakta olan elektrik miktarıyla orantılıdır. Ardından elektriği ölçmek için bir aygıt (voltametre) geliştirdi ve bunu elektrolizin ikinci yasasını kanıtlamak için kullandı: Bir cismin elektrokimyasal eşdeğeri (elektrik yükü) kimyasal eşdeğeriyle orantılıdır.

Faraday'ın öncü çalışmaları bize günümüzde hâlâ kullanılan elektrot, anot, katot gibi terimleri kazandırdı. Faraday halkın tanıdığı biri haline geldi, Londra'daki National

Gallery'deki tabloların korunması da dahil her tür bilimsel sorunda ona danışılıyordu.

Elektromanyetik Radyasyon:

James Clerk Maxwell

İskoç dahi James Clerk Maxwell (1831-1879) en önemli bilim insanlarından biri sayılıyor. Çalışma alanları ışıktan (ışığın elektromanyetik radyasyonun bir türü olduğu fikri, Einstein'ın görelilik kuramına ulaşmasına yardımcı olmuştur) istatistiğin fizikte ve fiziksel kimyada uygulanmasına kadar uzanıyordu. Ayrıca Maxwell ilk renkli fotoğrafı üretti.

Maxwell'in elektromanyetizma çalışmalarından önce elektrik ve manyetizma, birbiri üzerinde kuvvet uygulayan parçacıklara bakılarak anlaşılıyordu. Maxwell bunun yerine, Maxwell denklemleriyle tanımlanmış alanlar yönünden bakılması gerektiğini gösterdi. Bu denklemler şunlardır:

1. Zıt elektrik yükleri birbirini çeker, aynı elektrik yükleri birbirini iter (buna Coulomb yasası da denir).
2. Tek bir manyetik kutup olamaz (bir kuzey kutbu varsa, ona eş bir güney kutbu da olacaktır).
3. Elektrik akımları manyetik alanlar yaratabilir.
4. Değişen manyetik alanlar elektrik akımları oluşturabilir.

Maxwell elektriksel ve manyetik etkilerin tek bir elektromanyetik kuvvetin ayrı dışavurumları olduğunu, dolayısıyla ikisini elektromanyetik alan altında sonsuza dek birleştirdiğini gösterdi. Maxwell ışığı "elektromanyetik alanda elektromanyetik yasalara göre yayılan dalga şeklinde bir elektromanyetik bozulma" olarak tanımladı.

Bu, kuvvetlere tamamen yeni bir bakış açısı sundu; ancak

Maxwell “elektromanyetik alandaki diğer bozulmalar”ın ya da elektromanyetik radyasyon türlerinin de var olacağını öngördü. Gerçekten de radyo dalgaları ve X-ışınları gibi diğer dalgalar keşfedildi. Fizikçiler, kimyagerler, biyologlar gibi bilim insanları, fenomenleri elektromanyetik dalga boyları yönünden tartışmaya alıştı.

James Clerk Maxwell, Josiah Willard Gibbs’in termodinamik kimya yaklaşımını tam olarak anlayan az sayıda bilim insanlarından biriydi. Kırk sekiz yaşında kanserden öldü.

Radyo Dalgaları: Heinrich Hertz

Alman fizikçi Heinrich Hertz (1857-1894) birkaç yıl daha yaşasaydı radyo dalgaları keşfinin dünyayı bambaşka bir hale dönüştürdüğünü görecekti; ancak otuzlarında kemik hastalığından öldü.

Hertz 1880’lerin ortalarında elektromanyetik dalgaları saptamak için deneyler yapmaya başladı. Birer indüksiyon bobini, kablo bağlantısı ve kıvılcım aralığı olan elektrik devresine sahip, masasının üzerine kurduğu basit bir teçhizat kullandı. Masanın diğer ucuna da yalnızca kıvılcım aralığı olan bir elektrik devresi kurdu. Ardından indüksiyon bobininden ilk aralığa gelen boşaltıma, alıcı devredeki aralıkta daha zayıf bir kıvılcımın eşlik ettiğini gözlemledi; dolayısıyla elektrik dalgalarının varlığını kanıtladı. Hertz daha sonra radyo dalgaları olarak bilinen bu dalgalar üzerinde daha fazla deney yaparak yansıtılabildiklerini ve kırılabilirliklerini gösterdi.

Hertz’in teçhizatı yalnızca 18 metre uzaklıktaki radyo dalgalarını tespit etmeye yarıyordu; ancak daha sonra, 1901’de bir radyo mesajını Atlas Okyanusu’nun ötesine iletmeyi

başaran Guglielmo Marconi (1874-1937) tarafından geliştirilen telsiz iletişimin temelini oluşturdu.

X Işınları: Wilhelm Röntgen

Alman Wilhelm Röntgen (1845-1923) 1895'te yüksek vakumlu boşalım tüpleri tarafından salınan katot ışınlarının (elektron demetleri) özelliklerini araştırıyordu. Deney yaparken, çalıştığı tezgâhın üzerinde duran ışığa duyarlı ekranın flüorışıl¹ hale geldiğini ve tüp çalışırken ışığı yaydığını keşfetti. Tüple ekran arasında duran cisimler, fotoğrafik plakalarda kaydedilebilen gölgeler yaratıyordu. Bir cisim ne kadar yoğunsa görüntü o kadar karanlık oluyordu, dolayısıyla o bölgeye bir el götürüldüğünde kemikler etten daha karanlık gölgeler yaratıyordu.

Ekranı bitişik odaya götüren Röntgen, tüp aktif haldeyken hâlâ parlak bir görüntü ürettiğini keşfetti. Bu yüksek güç Röntgen'in, radyasyonun katot ışınlarından tamamen farklı olduğu sonucuna varmasını sağladı. Tüpün cam duvarından gelen yeni keşfedilmiş ışınların doğasını saptayamadığı için onlara "X ışınları" adını verdi. Keşfini açıklamadan önce daha fazla deney yapıp X ışınlarının karton ve ince metal levhaların içinden değişikliğe uğramadan geçtiğini, düz bir çizgi olarak gittiğini, elektrik ya da manyetik alanların yönlerini değiştiremediğini saptadı.

Röntgen bu yeni ve şaşırtıcı dalgaların keşfini ilan ettiği dersini bir kişinin X ışınıyla elde edilen görüntüsüyle anlattı.

X ışınları Röntgen'in açıklamasının ardından birkaç hafta içinde hastanelerde kullanılmaya başlandı. Bu ışınlar

* Uyarmanın bitiminden sonra çok kısa bir süre ışıldayan, flüoresan. (ç.n.)

tıp bilimini dönüşüme uğrattı; kristalografi, metalografi ve atom fiziği alanlarında yaygın bir şekilde kullanılmaya devam ediyor. Ancak onları herkes sevmedi. ABD’de bir yayın şu şiirle bitiyordu:

Bugünlerde
Sürekli baktıklarını duyuyorum
Ceketlerin, elbiselerin içinden geçiyor
Hatta orada kalıyorlar
Ah o yaramaz Röntgen ışınları.

Röntgen, bu keşfinden mali açıdan kazanç sağlamayı reddetti, keşfinin herkes için ücretsiz ve erişilebilir olması gerektiğine inanıyordu.

Kuantum Kuramı: Max Planck

On dokuzuncu yüzyılın sonunda fizikçiler kara gövde tarafından yayılan radyasyon tayfının neden standart elektromanyetik kurama göre beklentileri karşılamadığını açıklayamıyorlardı. Kara gövdeler, üzerlerine yayılan tüm enerjiyi emen cisim ya da yüzeylerdir. Lamba isiyle kaplanmış bir yüzey neredeyse mükemmel bir kara gövdedir; yıldızlar ve gezegenler de genellikle kara gövdelermiş gibi modelleştirilirler. Alman kuramsal fizikçi Max Planck (1858-1947) bu sorun üzerinde birkaç yıl çalıştıktan sonra beklenmeyen tayfın yalnızca, eğer kabul edilen elektromanyetik kuramların söylediği gibi enerji devamlı olarak akmak yerine ayrı, az miktarda paketler halinde geliyorsa açıklanabileceğini öne sürdüğünde klasik fizik modellerinin ilk kanıtlanabilir başarısızlığını tespit etmiş oldu. Tekil ya da Latince miktar anlamına gelen “quantum”, ayrı bir birim, daha fazla bölünemeyen, mümkün olan en küçük paket demektir.

Planck'ın 1900'de bu kuramı açıklaması gerçekliğin temel ilkelerine derin, yeni bir bakış olan kuantum kuramı ya da kuantum fiziğinin doğmasını sağladı. Kuantum kuramı bir deneyin yalnızca gözlemlenmesinin deneyin sonucunu etkilediği gözlemciye bağlı evren, dalga ve parçacık ikiliği, bir atomaltı parçacığın aynı zamanda dalga gibi davranması ve fotonların (ışık parçacıkları) birbiriyle iletişim kurup kurmaları gibi kavramları kapsayacaktı. Bu fikirlerden bazıları çılgınca görünse de yalnızca kuantum seviyesinde geçerlidirler, günlük hayatta değil. Planck kuramını matematiksel terimlerle anlatmak için titreşen bir molekülün enerjisini gösteren E 'nin (ölçü birimi jül), frekansının yani ν 'nin (ölçü birimi hertz) yeni bir sabit değer olan h (ölçü birimi jül-saniye) ile çarpımına eşit olduğunu gösteren bir denklem geliştirdi: $E = h\nu$. Tanımladığı bu yeni sabit, Planck sabiti olarak bilinmeye başladı.

Radyoaktivite: Marie Curie

Fransız fizikçi Henri Becquerel (1852-1908) 1896'da uranyum elementinin radyoaktif dalgalar yaydığını keşfederek uranyumun "özgün aktiviteleri"ni yazdı. Bu dalgalar tıpkı X ışınları gibi maddenin içinden geçip havayı iyonlaştırıyordu.

Marie Curie uygun bir araştırma konusu ararken diğer yüzeylerin de "özgün aktiviteleri" olup olmadığını bulmaya karar verdi. Eşi Pierre'le içindeki uranyumun alındığı atık bir metali test etti. Marie Curie bu "uranyum cevheri"nin tuhaf ışınlar yaymaya devam ettiğini görünce, uranyumun bulunmak zorunda olmadığını, bu aktivitelere sahip başka yüzeylerin de olabileceğini fark etti ve bunlara "radyoaktif" adını verdi-

ler. Polonyum (Marie Curie'nin vatani olan Polonya'nın adını vermişlerdi) ve radyum dedikleri yeni elementler keşfettiler. "Özgün aktivite"nin organik dokuyu etkileyen kimyasal bir özellik olduğunu da gözlemlediler. Ancak yeni radyoaktif materyallerinin dokuya olan zararının ölümcül olabileceğini bilmiyorlardı.

Radyoaktivitenin keşfi diğer bilim insanlarına atomlar ve atomun yapısı üzerine daha fazla araştırma yapma konusunda ilham verdi. Ernest Rutherford (1871-1937) 1901'de bazı kararsız elementlerin atomlarının, farklı elementlerin atomlarının içine çöküp bu sırada yüklü parçacıklar yaya-
cağını bularak radyoaktivitenin ardındaki mekanizmanın keşfedilmesine yardımcı oldu. 1915'ten itibaren Marie Curie radyumun kireçlenme, yara izleri ve bazı kanser türlerinin tedavisindeki tıbbi kullanımı konusunda doktorları eğitmeye başladı. Radyoaktif materyalin tedavi amacıyla kullanımına ilişkin araştırması, tıbbi X ışınlarının geliştirilmesini sağladı ve Birinci Dünya Savaşı sırasında, yaralı askerlerin vücutlarında şarapnel parçalarını bulmak için seyyar radyografi ünitelerinin kullanılmasının yolunu açtı. Bu üniteleri "*Petites Curies*" ya da "Küçük Curie'ler" olarak adlandırdılar.



Marie Curie (1867-1934)

O dönemde Rus İmparatorluğu'nun sınırları içinde olan Varşova'da doğan Marie Curie, Paris Üniversitesi'nde (Sorbonne) okudu ve 1893'te sınıfının birincisi olarak mezun oldu. 1903'te eşi Pierre ve Henri Becquerel'le birlikte yaptıkları radyasyon araştırmasıyla fizik dalında Nobel Ödülü'nü aldığında bu ödülü kazanan ilk kadın

olmuştı. Birçok “ilk”e konu oldu; 1909’da Sorbonne’da ilk kadın profesör oldu. Bu ona üzüntü verdi, çünkü ölmüş eşinin yerine geçmişti. 1911’de ikinci Nobel Ödülü’nü kimya dalında, radyum ve polonyum keşifleri sayesinde aldı. Bu onu farklı dallarda Nobel Ödülü alan ilk bilim insanı yaptı.

Başarılarına rağmen Marie Curie erkek bilim insanlarının önyargılarıyla karşılaştı ve Fransız Bilimler Akademisi’ne seçilmedi. Radyoaktif materyale maruz kaldığı için lösemiden öldüğü varsayılıyor; defterleri hâlâ radyoaktiftir.



Görece Mucizevi Yıl*: Albert Einstein

Evrenin anlaşılması konusunda büyük katkılar sağlayan dört makale yayımladığı için 1905 yılı, Einstein’ın “mucizevi yıl”ı olarak biliniyor. İlki ışığın kuantum kuramıydı. Max Planck enerjinin kuantum adı verilen küçük birimler halinde yayıldığını öne sürmüştü, Einstein da ışığın kuantadan oluştuğu kuramını oluşturdu. Bu basit ışık kuantalarına günümüzde foton deniyor. İkinci olarak da Brown hareketini (mikroskopik parçacıkların görünürde rastgele hareketleri) açıkladı. Bu buluşu Marian Smoluchowski’yle (1872-1917) paylaştı.

Üçüncüsü görelilik kuramıydı. Daha sonraki genel görelilik kuramı, Newton’ın yerçekimi alanı fikirlerini değiştirdi ve bu özel kuram mutlak uzay ve zamana ilişkin klasik kav-

* Mucizevi Yıl: (Lat.) Annus Mirabilis. Dikkate değer olayların meydana geldiği ya da bir kişinin önemli çalışmalar ortaya koyduğu yıllar için kullanılan bir ifade. (e.n.)

ramları alaşağı etti. Ortaya koyduğu fikir, zaman ve uzayın gözlemciye göre değiştiğini ve farklı şekilde algılanabildiğini söylüyordu. Örneğin jette yolculuk eden bir atom saati, yerde sabit duran benzer bir saatten daha yavaş çalışır, çünkü iki saat farklı hareket durumundadır.

Einstein o yılki dördüncü makalesinde enerji ve kütlenin birbiriyle değiştirilebilir olduğunu belirtip $E = mc^2$ eşitliğini ortaya koydu. Burada bir cismin enerjisinin (E), kütlesinin (m) ışık hızının (c) karesiyle çarpımına eşit olduğunu varsaydı. Işık hızı öyle büyüktür ki kütlenin az miktardaki bir değişimi bile büyük miktarda bir enerji salar.

Genel olarak Einstein'ın bilime olan katkısı çok fazlaydı. Newton fiziğini alaşağı etti ve evrene bakışımızı tamamen değiştirdi.



Albert Einstein (1879-1955)

Yahudi kökenli Alman bir ailenin çocuğu olan Albert Einstein okula İsviçre'de başladı ve çalışmak için orada kalıp 1901'de patent bürosuna ofis işlerine bakmak üzere kabul edildiğinde vatandaşlık aldı. Yaptığı iş öyle basitti ki, çalıştığı sırada bazı bilimsel kuramlarını geliştirip doktora peşinde koşmaya zaman bulabiliyordu. Daha sonraları Alman enstitülerinden bilimsel ve akademik işler kabul etmeye başladı.

Naziler Almanya'da Yahudi düşmanlığını teşvik etmeye başladığında Einstein yurtdışında konferanslar vermeye başladı ve 1932'de Almanya'dan tamamen ayrılıp ABD'ye yerleşti; 1940'ta Amerikan vatandaşlığı aldı. 1952'de İsrail başkanlığı teklifini reddetti.

Barışçı biri olarak yaptığı son şeylerden biri dünya liderlerine ziyaretlerde bulunarak anlaşmazlıkları çözmek için barışçıl yollar kullanılması gerektiğini anlatmak oldu.



Mikrodalgalar ve Bitki Fizyolojisi: Jagadis Chandra Bose

Öncü Hintli mucit Jagadis Chandra Bose'un bazı fikirleri ve buluşları bilim camiasında yaygın olarak ancak 1937'deki ölümünden yıllar sonra kabul edildi; çünkü Bose pek çok yönden çağının ilerisindeydi.

Çok kısa dalga boylarının (boyut olarak birkaç milimetre) varlığını keşfettiğinde bunları "milimetre dalgaları" olarak adlandırdı. Üzerlerinde deney yaparken rastlantı eseri gelişmiş bir radarın yanı sıra günümüzde sıradan hale gelmiş birkaç mikrodalga parçasını icat etti; ancak diğer bilim insanları onun kısa radyo dalgalarının yarı optik özelliklerine ilişkin keşiflerini elli yıl sonra kullanacaktı.

Bitki fizyolojisi üzerine geliştirdiği kuramlar o dönemde yalnızca ihmal edilmemiş, etkin bir şekilde reddedilmişti. Bitkilerin büyümesini; ışık, dokunuş ve ısıнын yanı sıra kesim ya da zararlı kimyasallar gibi kasti kötü uyarıcılara verecekleri tepkileri ölçmek için kendi çok hassas aygıtlarını tasarladı. Bose, bitkilerin bunlara karşı verdiği tepkilerin doğada elektiriksel olduğunu, daha önce düşünüldüğü gibi kimyasal olmadığını ispatladı. Daha kapsamlı araştırmalar sesin bitkilerin büyümesi üzerinde etkili olduğunu gösterdi; bitkiler hoş,

yatıştırıcı müziklere maruz kaldığında daha hızlı ve güçlü bir şekilde büyürken sert ve uyumsuz sesler büyümelerini geciktiriyordu.

O dönemde Bose'un bulgularının olağandışı olduğu düşünülüyordu ve birçok bilim insanı bitkilerin uyarıldıklarında hayvanlarla aynı şekilde tepki gösterebileceğini kabul etmiyordu.

Günümüzde sinir sisteminin bu tepkisi, yalnızca düşünmeden gösterilen bir tepki olduğuna inanılmasına rağmen, tamamen kabul görüyor. Çoğu insan bu durumun bitkilerin bilinçlerinin olduğunu gösterdiğine inanmıyor.



Jagadis Chandra Bose (1858-1937)

Sir Jagadis Chandra Bose, Batı Bengal'de (günümüzde Bangladeş) doğdu. Kalküta'ya, sonrasında da eğitimini tamamlamak için İngiltere'ye gitmeden önce yerel bir köy okuluna devam etti. Hindistan'a döndükten sonra Kalküta'daki Presidency Üniversitesi'nde profesörlük görevine atanan ilk Hintli oldu; ancak orada aynı işi yapan Avrupalılardan daha az ücret alıyordu. Bose protesto olarak maaşını almayı reddetti. Öyle dört dörtlük bir şekilde çalıştı ki, sonunda üniversite ona maaş zammı yapmayı ve önceki maaşlarını da ödemeyi kabul etti.

Bose, Hindistan'ın modern bir bilimsel üsse sahip olması gerektiğini savunuyordu; kastlar ve Hindularla Müslümanlar arasındaki dini çatışmalara da karşı oldu.

Tüm insanlığın bilgiden yararlanması gerektiğine

inanan Bose birçok keşfinin patentini almadı. Bilime hizmetleri dolayısıyla 1917'de şövalyelik unvanına layık görüldü.



Nükleer Fizik Doğuyor: Ernest Rutherford ve Niels Bohr

J. J. Thomson 1904'te atomun çok hafif olduğu, pozitif yüklü kütleyle negatif yüklü elektronların eşit bir şekilde dağıldığı, böylece atomun toplamda nötr kaldığı bir model sundu. İngiliz fizikçi Ernest Rutherford (1871-1937) bu modeli pozitif yüklü alfa parçacıklarını (helyuma benzer ve çoğu zaman daha büyük bir atomun yok olmasıyla salınır) ince bir altın levha parçasının üstüne püskürterek test etti. Eğer altın atomları dengedeyse üzerlerine püskürtülen parçacıkları ne çeker ne de iterdi ve böylece direkt olarak algılayıcı ekrana ulaşması gerekirdi. Sonunda Rutherford bunun gerçekleşmediğini, bazı alfa parçacıklarının levhadan geri yansıdığını keşfetti.

Rutherford 1911'de kendi modelini sundu. Atom, küçük ancak yoğun, pozitif bir çekirdek ve atomun kenarında, çekirdeğin etrafında tıpkı yörüngelerindeki gezegenler gibi dönen elektronlardan ve daha çok boş alandan oluşuyordu.

İki yıl sonra Rutherford'un modelinin yerine yeni kuantum fiziği alanının ilkelerini uygulayan ve elektronların ne kadar enerji taşıdıklarına bağlı olarak çekirdeğin etrafında belli enerji seviyeleri ya da yörüngelerde bulunabileceklerini belirten Niels Bohr'un modeli geçti. Bu seviyeleri elektro-

nun hareketlerinin merkezkaç kuvveti ve elektronla çekirdek arasındaki elektromanyetik çekim yardımıyla hesapladı ve bunları görüngen analizini kullanarak kontrol etti.

Çekirdeğin aslında iki parçacıktan (bir pozitif yüklü proton ve bir nötr nötron) oluştuğunun bulunması uzun sürmedi. 1964'te de bu ikisinin daha da küçük parçacıklardan, altı çeşit kuarktan (yukarı, aşağı, tılsım, acayıp, üst, alt) oluştuğu keşfedildi. Evet, kuantum fizikçileri bile bunu uydu-ramazdı.



Niels Bohr (1885-1962)

Okuldayken Niels Bohr'un en iyi dersi beden eğitimiydi; ancak ülkesi Danimarka'yı futbolda temsil etmekten mahrum kaldı.

1912'de İngiltere'de Ernest Rutherford'un yönetiminde çalışmaya başladı, ardından 1921'de atom yapısı kuramını geliştirdikten sonra onun için Kopenhag'da yeni bir kuramsal fizik enstitüsü kuruldu.

İkinci Dünya Savaşı sırasında Almanya Danimarka'yı işgal etti. Bohr'un kökeninde Yahudilik vardı, dolayısıyla 1943'te ülkedeki neredeyse tüm Yahudilerin İsveç'e toplu tahliyesine dahil edildi. Sonrasında Bohr bir atom bombası inşa etmekte olan Manhattan Projesi'nin müttefik bilim insanları tarafından arandı; bir savaş uçağının aceleyle dönüştürülmüş bomba bölmesinde İngiltere'ye getirildi. Oksijen maskesini zamanında takmayınca bayıldı, neredeyse ölüyordu.

Bohr, çocukları da ödülü kazanan az sayıda Nobelli bilim insanlarından biriydi; oğlu Aage 1975'te fizik alanında Nobel Ödülü kazanmıştır.



Bose-Einstein İstatistikleri:

Satyendra Nath Bose

1924'te tanınmayan Hintli bir öğretmen olan Satyendra Nath Bose'un (1894-1974) "Planck Yasası ve Hafif Kuantumlar Hipotezi" başlıklı makalesi bir bilim dergisi tarafından reddedildi. Sonrasında cesur bir hamle yaparak makalesini direkt olarak Albert Einstein'a gönderdi. Einstein bu makalenin hemen saygın bir bilim dergisinde yayımlanmasını sağladı. Bose aniden bilim alanında uluslararası bir yıldız oldu.

Bose atomaltı parçacıkları ölçmek için yeni bir istatistiksel yaklaşım, dolayısıyla başlangıçta Max Planck tarafından oluşturulan ve bir kara cisimdeki enerjinin radyasyonunu ölçmeye yarayan formülü türetmek için yeni bir yol öne sürüyordu. Planck, formülünü türetmek için klasik fizik kullanmıştı; ancak Bose bundan tümüyle kaçındı. Bunun yerine Einstein'ın kuantaya ya da ışığın küçük enerji paketlerinin hem parçacık (foton) hem de enerji dalgaları gibi davrandığını söyleyen yaklaşımını kullandı. Dolayısıyla Bose kara cisim enerjisine farklı bir haldeymiş gibi (bir foton bulutuna herhangi bir gaz bulutundaki parçacıklarmış gibi) davranılmasını önerdi. Ancak her parçacığa istatistiki bir şekilde bağımsızmış gibi davranmak yerine Bose'un "hücre" dediği, tanımlanmış alanlar içindeki parçacık gruplarıymış gibi analiz edilmesi gerektiğini öne sürdü.

Sonradan Bose-Einstein istatistiği diye bilinecek olan bu yaklaşım işe yaradı ve gelişen kuantum istatistiği bilimine önemli bir katkı sağladı. Söz konusu yaklaşım yalnızca bir atomun içinde, aynı kuantum ya da enerji durumunda ve aynı zamanda var olabilen, dolayısıyla gruplar halinde bulunabilen atomaltı parçacıklar için geçerli olabiliyordu. Bu tür parçacıklara Bose'un onların hareketleri üzerindeki çalışmaları dolayısıyla bozon denir ve bunlar ışık fotonlarını da kapsar. Aynı kuantum durumunu paylaşamayan parçacıklara fermion denir ve bunların hareketleri farklı bir istatistik dizisiyle tanımlanır.

Matris Mekanikliği ve Belirsizlik İlkesi: Werner Heisenberg

Alman kuramsal fizikçi Werner Heisenberg en çok 1927 yılında özetlediği belirsizlik ilkesiyle bilinir. Bu ilke bir parçacığın konumu ve hızının saptanabileceğini, ancak ikisinin aynı anda saptanamayacağını söyler. Dolayısıyla bir parçacığın gelecekteki yörüngesini ya da konumunu doğru bir şekilde tahmin etmek imkânsızdır. Kuantum fiziğinin diğer özellikleri gibi bu da yalnızca atom ya da atomun parçaları gibi çok küçük parçacıklar için geçerlidir.

Heisenberg belirsizlik ilkesi, atomaltı seviyede bilimin kesinlik değil ancak olasılıklar sunabildiği, nedensel olmayan, muğlak evren kuramlarına katkı sağladı. Yeni fiziğin bu hususu bir hareketin yalnızca bilim insanının gözlemlediği ya da ölçtüğü noktada belirlendiğini söyler, dolayısıyla söz konusu kişi bu hareketin olasılığını "belirler". Bu, klasik Newton fiziğinde ele alınan evrenin belirleyici doğasıyla tamamen zıttı.

Bazı bilim insanları bu fikre karşı çıksalar da bu, Kopenhag Yorumu adıyla 1927'de kuantum fiziği yaklaşımına dahil edilmiştir.

Heisenberg belirsizlik ilkesini sunmadan önce bile matris mekaniği (kuantum mekaniğinin ilk matematiksel formülasyonu) keşfiyle kuantum fiziğinde iz bırakmıştı. Tayf çizgilerini ya da bir atomdaki parçacığın hareketiyle yayılan ışık frekanslarını açıklamak için matematiksel bir hesaplama bulmaya çalışıyordu. Ortaya çıkardığı formül, parçacığın hız ve konumunu başlangıç ve bitiş enerji seviyeleri tarafından sıralanan katsayılardan oluşan bir matris olarak gösteriyordu. Bu matris, eşitlik üretebilen çeşitli sayılar gibi standart matris matematiğini kullanıyordu.



Werner Heisenberg (1901-1976)

Diğer bazı önemli bilim insanları gibi Heisenberg de genç bir öğrenciyken matematik ve kuramsal fizik konusunda başarılıydı; ancak uygulamalı fizikte pek de iyi olduğu söylenemezdi. Bir pilin nasıl çalıştığını açıklayamadığı için neredeyse doktora derecesini alamayacaktı.

Almanya'da doğup büyüyen Heisenberg, Nazilerin onayladığı "Avrupa bilimi" yerine onların "Yahudi bilimi" olarak gördüğü kuantum fiziği üzerine çalıştığı için Nazilerle ters düştü. Münih Üniversitesi'ne profesör olarak tayinine engel olundu; ancak İkinci Dünya Savaşı sırasında Nazilerin atom araştırmaları grubuna dahil edildi. Müttefiklere göre Heisenberg, bir atom

bombası yaratabilecek tek Alman bilim insanıydı ve bu yüzden de adı kara listedeydi.

Bir bomba yaratılmasının imkânsız olduğunu açıklamaktaki amacının Nazileri kasti olarak yanıltmak olup olmadığı net değil. Savaştan sonra atom enerjisinin barışçıl kullanımı için çalıştı ve Avrupa'daki nükleer araştırma konseyi olan CERN'ün kurucularından biri oldu.



Dalga Mekanîği ve Schrödinger'ın Kedisi: Erwin Schrödinger

Fransız fizikçi Louis de Broglie (1892-1987) 1925'te tüm atomaltı parçacıkların dalga özelliklerine de sahip olabileceğini öne sürdü. Birkaç hafta sonra Avusturyalı Erwin Schrödinger parçacıkların tuhaf davranışlarını matematiksel olarak tanımlamanın bir yolu olarak dalga mekanîğini icat etti. Yaklaşımı parçacıkların üç boyutlu dalgalar olarak ele alınması gerektiğini, her birinin eşsiz bir dalga fonksiyonu olduğunu ve hepsinin Schrödinger denklemi olarak bilinen temel bir diferansiyel denklemle kontrol edildiğini söylüyordu.

Schrödinger diferansiyel denkleminin Werner Heisenberg'ün kuantum mekanîğine cebirsel yaklaşımına matematiksel olarak eşdeğer olduğunu her zaman söylemiştir ki, bu daha sonra ispatlandı.

Heisenberg'ün öne sürdüğü kuantum belirsizlik ilkesini örneklemek ve kuantum fiziğinin ne kadar tuhaflaştığını göstermek için Schrödinger büyük olasılıkla tarihin en ünlü

düşünce deneyi olan “Schrödinger’ın kedisi”ni sundu. Bu deney, bir saat içinde bozunup bir atom salma olasılığı yüzde elli olan az miktardaki radyoaktif materyalin ve bir kedinin bulunduğu kapalı bir kutu hayal eder. Eğer söz konusu materyal bozunursa bu kuantum olayı kediyi öldürecek bir cihazı tetikleyecektir. Ancak kutuyu açana kadar kedinin canlı mı, ölü mü olduğunu bilemezsiniz. Schrödinger kedinin kutu açılınca kadar iki evrende var olduğunu, birinde canlı, diğerinde ölü olarak bulunduğunu ve yalnızca kutunun açılmasının dalga fonksiyonunun çökmesine ve gerçek bir var olma durumuna dönüşmesine neden olacağını söyledi.



Erwin Schrödinger (1887-1961)

Viyana, Avusturya’da doğan Schrödinger, annesi İngiliz olduğu için hem İngilizce hem de Almancayı anadili gibi konuşarak büyüdü. İlk akademik görevleri deneysel fizik alanında idi ki, bunun ona iyi bir temel sağladığını söylüyordu. Dalga mekaniği kuramı üzerine yazdığı ilk makale yayımlandığında otuz dokuz yaşındaydı (bu yaş kuramsal fizikçiler için geçtir).

Ancak yaratılmasına yardımcı olduğu yeni fiziğin olasılığa dayanan doğasını sevmedi; 1926’dan sonra biyoloji alanında ve birleşik bir alan kuramı sorunu üzerinde çalıştı. Diğer bazı kuantum fizikçileri gibi o da kendini Doğu felsefelerine yakın hissetti.

Schrödinger ünlü bir kadın düşkünüydü ve açık bir evliliği oldu. O da, eşi de başka ilişkiler yaşadı ve

Schrödinger'in başka kadınlardan çocuklarının olması, dünya genelindeki akademik enstitüler için skandaldı.



Atom Bombası:

Leo Szilard ve Enrico Fermi

1939'da Macar ve Yahudi sürgün Leo Szilard (1898-1964) Albert Einstein'ı Başkan Franklin D. Roosevelt'e ABD'nin acilen atom bombası üzerine çalışmaya başlaması gerektiğini yazması konusunda ikna etti. Szilard Nazilerin yönetimi altında yaşamıştı ve böyle bir silah geliştirmeye çalışmak için zaman kaybetmeyeceklerinden emindi. Sonunda ABD, İngiltere ve Kanada nükleer silahlar geliştirmek amacıyla gizli Manhattan Projesi'ni başlattı.

İkinci Dünya Savaşı sırasında müttefik topraklarında yaşayan birçok önemli fizikçi bu projede görevlendirildi. Bunların arasında New Mexico laboratuvar yöneticisi J. Robert Oppenheimer (1904-1967) ve takımın en genç üyesi olan, dahi bilim insanı Richard Feynman (1918-1988) vardı.

Szilard önce 1930'larda sürdürülebilir nükleer enerji olasılığını düşündü ve bir nötron zincirleme reaksiyonunun mümkün olduğunu ve bu reaksiyon vasıtasıyla belli tipte bir atomun çekirdeğinin azalmaya ya da bir nötron parçacığını salmaya zorlanacağını, kendi kendine devam eden bir azalmalar (her azalma enerji salacaktı) zincirine neden olacağını düşündü. Ardından zincirleme reaksiyona yol açmak için bir uranyum atomunu bir nötronla çarpıştırmayı içeren nükleer füzyon fikrine geçti.

Szilard, Manhattan Projesi'ne 1942'de katıldı. Önce radyoaktivite konusunda uzman ve nötrinin (küçük nötron) varlığını kanıtlamış olan Enrico Fermi'yle (1901-1954) çalıştı. Fermi daha önce atomları nötronlarla çarpıştırma üzerine çalışmıştı. Otto Hahn (1879-1968) ve Lise Meitner (1878-1968) gibi araştırmacılar nükleer füzyonu çoktan başarmışlardı.

1942'de Fermi ve Szilard dünyanın ilk nükleer reaktörünü tamamladılar ve ilk nükleer zincir reaksiyonuna tanık oldular. Laboratuvarlarında deneyi dikkatlice kontrol ettiler; ancak bombadaki zincirleme reaksiyonun denetlenmeden devam etmesine izin verilmişti.

İkisi de daha sonra bir hidrojen bombası geliştirilmesine karşı çıktı ve atom bombasının atılmaması için ABD ordusuna yalvaran Szilard silahlanma yarışına karşı aktif bir kampanyacı oldu.

Standart Model ve Higgs Bozonu:

Peter Higgs

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra nükleer enerjiden barışçıl kullanımlar için yararlanmak, güneş enerjisi elde etmek, ses duvarını aşmak, lazerler, süper iletkenler, transistörler gibi birçok ilerleme gerçekleşti. Ancak yirmi birinci yüzyılda ne kadar fazla kuantum gelişmesi olursa olsun Newton'ın hareket ve yerçekimi yasaları hâlâ günlük yaşamımızın fiziğini tanımlıyor.

İngiliz fizikçi Peter Higgs (d.1929) ve diğer araştırmacılar 1964'te kütlenin maddeye dönüşmesine neden olan bozon parçacığının (Higgs bozonu) varlığını öne sürdü. Kuantum seviyesindeki dalga-parçacık ikiliği nedeniyle Higgs parça-

cığı bir kuantum alanıyla bağdaşacaktır ki, kurama göre bu parçacık evrenin doğduğu anda, enerji ilk olarak maddeye dönüştüğünde bozonlar tarafından yaratılmış olacaktı. Higgs alanı bazı atomaltı parçacıkların davranışındaki çeşitli bozuklukları ve neden kütlelerinin olduğunu açıklayabilirdi.

2011'den beri İsviçre'deki CERN laboratuvarlarında dünyanın en büyük parçacık hızlandırıcısı olan Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nı kullanarak Higgs alanı ya da Higgs bozonunu tanımlamak için deneyler yapılıyor. 2012'de CERN ihtiyatlı bir şekilde Higgs bozonunun tahmini davranışına sahip olan bir parçacık tanımladıklarını açıkladı; ancak bu durum henüz doğrulanmış değil.

Belki de hâlâ bir yerlerde keşfedilmemiş bir şekilde birleşik bir alan kuramı, yerçekimi bozon parçacığı ve hatta felsefe taşıyla beraber gelecekte bir fizikçinin araştırmasını bekliyordur.

Kimya: Elementler ve Bileşiklerin Keşfi



Kimya, evrenin yapıtaşları olan kimyasal elementlerle, başka bir maddeye indirgenemeyen maddelerle ilgilenir. Oksijen elementi yalnızca oksijenden oluşur. Demir yalnızca demirden oluşur. Ancak bileşiklere gelirsek oksijen ve hidrojen suyu oluşturur, oksijen ve demir de pas oluşturabilir.

Kimya cisimlerin temel maddelerini keşfeder, özgün özelliklerini ve fiziksel uyarıcılara verdikleri tepkileri araştırır ve nasıl bir arada durduklarını ve yeni maddeler yarattıklarını tanımlar.

Kimyanın öyküsü antik Yunan filozoflarını, ortaçağ büyücülerini, patlayan laboratuvarları, küçük atomları ve kuantum mekaniğini kapsar. En önemli öykülerinden biri, dünyanın tüm kimyagerlerinin bir bakışta bir elementin özelliklerini bilmesini sağlayan, elementleri düzenlemenin bir yolu olan periyodik tablonun oluşturulmasıdır. Antik insanlara yeterli gelen dört elementten sonra periyodik tablodaki element sayısı günümüzde 118'e vardı; ancak kimyagerler evrenin temel maddesi araştırılırken daha fazla elementin keşfedileceğini öngörüyor.

Antik Elementler, Eski Bilim ve Simyacılar: Hypatia

Tarihin büyük bölümünde insanlık bir avuç maddi unsurla yetindi. Bazı antik kültürlerde beş element vardı; örneğin Babil’de elementler rüzgâr, ateş, toprak, su, havayken Çin’de toprak, ateş, su ve tahta vardı. Ancak Batı’da yüzyıllar boyunca klasik dördü olan toprak, hava, ateş ve su kabul edildi; Yunan Aristo bunlara değişmeyen göksel bir element olan beşinciye, yani eteri ekledi.

MÖ yaklaşık üçüncü yüzyılda klasik dünyada bilimsel aktiviteler Atina’dan Mısır’daki İskenderiye’ye yönelmeye başladı. Dünyanın ilk kadın bilim insanlarından Hypatia yüzyıllar sonra bu şehirde yaşadı, bir bilgin olarak sivililerin özelliklerini keşfetmeye başladı. Elementlerin farklı durumlarda bulunabildiğini, yine de aynı element olarak kaldıklarını (örneğin su, dondurulup buz haline getirilebilir ve demir eriyene kadar ısıtılabilir) keşfetmiş olabilir; ancak bilim insanlarının elementin fiziksel durumunu belirleyen moleküllerin değişen dizilişi olduğunu anlamaları uzun sürecekti.

Hypatia’nın bilgisi daha gözle görülür özelliklerle sınırlıydı; ancak sivililerin görece yoğunluğunu ve yerçekimini ölçmeye yarayan hidrometreyi icat eden kişi olarak bilinir. Gözlem ve testler yapıp icatları üzerinde çalışırken diğerleri İskenderiye’de aynı şeyleri başka nedenlerle yapıyordu. Simya ilminin, büyü ve medyumluk yayılırken MS yaklaşık dördüncü yüzyılda bu şehirde başladığı düşünülüyor. Simyacılar genel olarak büyüyle ilgili gizemleri araştırıyor ya da adi metalleri altına dönüştürmekle ilgileniyordu.

“Kimya” sözcüğü “simya”dan gelir; simya da büyük olasılı-

lıkla Mısır'ın antik adı olan "Khem"den türemiştir". Ortadoğu ve Avrupa'daki simyacılar farkında olmayarak kimyanın ve tekniklerinin geliştirilmesine yardım ettiler; İskenderiyeli simyacı Mary the Jewess'in (Yahudi Mary) benmarisi" günü-müzde halen çikolata ve karamel gibi "hayati" maddeleri eritmek için kullanılıyor.



Hypatia (350/370?-415)

İskenderiye'nin büyük kütüphanesinin son müdürü olan matematikçinin kızı Hypatia Yunan-Mısırlıydı. Atina'da eğitim görüp o dönemlerde Bizans İmparatorluğu'nun sınırları içinde bulunan memleketi İskenderiye'ye döndü ve MS 400'lü yıllarda felsefe ve gökbilim öğretmeni oldu. Öncü bir Neoplatoncu ve son klasik bilginlerden biriydi. Hypatia geleneksel kadın kıyafetlerini giymeyi reddetti ki bu onun zamanı için alışılmadık bir şeydi; yerine bilgin cüppelerinden giymeyi tercih ediyordu.

Modern kaynaklara göre Hypatia yerel bir anlaşmazlık için suçlandıktan sonra Hristiyan bir çete tarafından öldürüldü.



* İngilizcede kimya "chemistry", simya "alchemy"dir. (ç.n.)

** Bir kabı kaynar suya oturtarak içindekini ısıtma veya eritme yöntemi. (ç.n.)

Kimyanın Bir Bilim Dalı Olarak Doğuşu: Robert Boyle

Simya merakı ortaçağla sınırlı değildi; on yedinci yüzyılda yaşayan bilim insanı Robert Boyle (1627-1691) esasen simyacıydı. Ancak simyanın bir büyücülük girişimi, kimyanın ise bir bilim olduğunu belirterek aralarında ayırım yapan ilk kişi olduğuna inanılıyor.

Bunu 1661'de yayımladığı, deneylere sistematik yaklaşımını paylaştığı, batıl inançları, çelişkileri, sapkın inançları ve çoğu simyacının eylemlerini kınadığı çığır açan kitabı *Kuşkucu Kimyager*'le yaptı.

İrlandalı bir kontun oğlu olan Boyle deneylerinin çoğunu gazlarla gerçekleştirdi. O dönemlerde havanın bir gazlar karışımı değil, tek bir madde olduğu düşünülüyordu. Alman Otto von Guericke'in (1602-1686) hava pompası icadını duyunca Boyle vakum yaratmak ya da bir cismin içindeki hava miktarını kontrol etmek amacıyla kendi geliştirilmiş versiyonunu yaptı. Havanın yaşam ve alev için gerekli olduğunu, sesin vakumda taşınmadığını, havanın daimi olarak esnek olduğunu ispatladı. Bu, Boyle'un bir gazın hacminin basıncıyla ters orantılı olduğunu söyleyen yasaının formülünün oluşturulabilmesini sağladı.

Boyle, İngiliz avukat Sir Francis Bacon'ın (1561-1626) bir bilimsel yöntemle ilgili önerisini yayımlamasından altı yıl sonra doğdu. O dönemlerde yaşamış diğer insanlar gibi İrlandalı da doğada yalnızca dört element bulunduğunu söyleyen klasik görüşü sorgulamaya başlamıştı.

Kimya, yeni bir bilimsel başlangıcın eşiğindeydi; ancak Boyle adi metallerin altına çevrilmesinin mümkün olduğuna olan inancını asla yitirmeyecekti.

Kimya Devrimi: Antoine-Laurent Lavoisier

On sekizinci yüzyılın ortalarına gelindiğinde yeni maddeler keşfedilmiş ve adlandırılmıştı; örneğin fosfor, idrarla ilgili tedavinin karmaşık süreci sırasında bulundu. Daha sağlıklı yollardan bulunan maddeler arasında karbondioksit (“sabit hava”), hidrojen (“flojiston”, yani ateşin özü olduğu düşünülüyordu), nitrojen (“flojistik hale dönüşmüş hava” olarak biliniyordu) ve baryum, molibden ve tungsten gibi yeni metaller (aslında bunlar elementti) vardı. Aynı zamanda bilim insanları bileşiklere ya da maddelerin nasıl birleştiğine ilişkin daha geniş bir anlayışa yaklaşılmaktaydı.

Fransız kimyager Antoine-Laurent Lavoisier 1789’da yaklaşık otuz üç tanesi yanlıştır olsa da sonunda klasik dört elementten daha fazla elementin bulunduğu bir tablo yayımladı. Diğer bilim insanlarıyla çalışan Lavoisier günümüzde de maddelerin bilinen bileşimlerini ifade etmek için temelde kullanılan, kimyasallar için yeni bir adlandırma sistemi geliştirdi. Zengin bir adam olan Lavoisier’nin nadiren işe yarıyor olsa da başkalarının fikirlerini doğrulama ve açıklama girişiminde bulunabildiği, bazen öncelik konusunda (özellikle de İngiliz kimyager Joseph Priestley’le (1733-1804) oksijenin keşfi konusunda) tartışmalara neden olan iyi donatılmış bir laboratuvarı vardı.

Lavoisier’nin dikkate değer başarısı, patlamada oksijenin rolünü ispat ederek “flojiston” ya da bundan havadaki ısının sorumlu olduğunu söyleyen kuramın tamamlanmasını sağlamasıydı. Lavoisier mühürlü kaplarda yapılan dikkatli ölçümlerden sonra Priestley’nin deyiimiyle “flojistik hale dönüşmüş hava”nın, havada tamamen yanmış madde olduğunu ve ısındıktan sonra havadan metal kalıntılar tarafından

emilen maddenin aynısı olduğunu gösterdi. Bu gaza, anlamı “asit üretkeni” olan “oksijen” adını verdi çünkü asit de ürettiğini düşünmüştü.

Yani Lavoisier soluduğumuz havayı adlandırdı. Kimyasal tanımları ve yöntembilimi standartlaştırması, kimyada devrim yaratmaya yardım ettiği anlamına geliyordu.



Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794)

Fransız bir aristokrat olan Lavoisier 1789’daki Fransız Devrimi’nden sonra ortaya çıkan yeni rejimin politikalarını olumlu karşıladı. Bilimler Akademisi’nin başkanı olmak ve Ulusal Barut Yönetimi’nde gelecekte devrimci orduların barut konusunda kendi kendine yetecek düzeyde olmasını sağlayacak çalışmalarına devam etmek için Paris’te kaldı.

Ancak devrimden önce Lavoisier devlete borç verip geri ödeme olarak vergi toplayan bir finans şirketine yatırım yapan bir “vergi kesenekçisi”ydi. Bu kişiler çoğunlukla servet sahibi olurdu ve hiç sevilmezdi.

Terör dönemi eski rejimden fayda sağlayan herkesi tehdit etmeye başlayınca Lavoisier yararlı ve sadık bir bilim insanı olarak güvende olacağına inanmaya devam etti. Ancak yanılıyordu; başka birçok vergi kesenekçisiyle birlikte o da tutuklandı. Bilimsel çalışmaları giyotinle yarıda kesilmiş oldu.



Elektrokimya: Humphry Davy

Humphry Davy (1778-1829) Bristol, İngiltere’de eğitimine devam ederken günümüzde pek çok öğrencinin yaptığını yaptı; nitroz oksit, yani kahkaha gazı soluyarak bir deney yaptı. Gazlı deneyimleri üzerine yazdığı rapor ona Londra Kraliyet Enstitüsü’nde asistan okutmanlık pozisyonu kazandırdı ve rağbet gören çevrede popüler oldu.

Elektrik bilimi gelişiminin ilk aşamalarındaydı ve Volta’nın “voltaik pili” yeni icat edilmişti. 1807’de Davy ve Kraliyet Enstitüsü’nün diğer üyeleri o dönemde dünyadaki en güçlü hücreler olan gümüş çinko hücrelerinden kendi elektrik bataryalarını yaptılar. Davy elektriğin bileşikler ayırabildiğini (elektroliz) biliyordu, dolayısıyla elektriği yakıcı potasyum ve sodyumun oksitlerine doğru yönlendirdi. Antoine Lavoisier bunları kendi element listesine dahil etmişti; ancak Davy bileşen olduklarını ispatlayabildi, çünkü sırasıyla potasyum ve sodyuma ayrılabilirlerdi.

Davy deneylerine devam etti ve magnezyum, kalsiyum, bor ve baryumu keşfetti. Klor gazının element olduğunu ve bazı bilim insanlarının tahmin ettiği gibi daha fazla parçalanamayacağını da ispatladı.

Ancak halk için Davy madenci fenerinin mucidi olarak bilinir. Bu tehlikeli meslek, yanıcı gazların sıklıkla kazılmış yerlerden sızdığı madenlere kontrolsüz alevlerin taşınmasını içeriyordu. Davy’nin fenerinin, dışarıdaki gazları ateşleyebilecek olan alevin sızmasını engelleyen bir metal örgüsü bulunuyordu.

Atom Kuramı: John Dalton

Antik Yunan'da Leukippos ve Demokritos'un öne sürdüğü, maddenin yapısıyla ilgili görece pek tutulmayan kurama göre evren atom denen (Yunanca "bölünemeyen" sözcüğünden türetilmiştir) küçük, bölünemeyen katılardan oluşuyordu. Hindistan'da Budist düşünceye göre de madde küçük birimlerden oluşmuştu. Ancak Batı'da bir İngiliz meteorolog gazların temel doğasını keşfedene kadar, Aristo'nun dört element görüşü binlerce yıl boyunca hâkim durumda kaldı.

John Dalton (1766-1844) gazların (ve tüm elementlerin) her elementte benzersiz ve özgül ağırlıklarına göre ayırt edilebilen küçük atomlardan (Yunanca sözcüğü benimsemişti) oluştuğunu söyleyen kurama onu neyin ittiğini hatırlayamıyordu. İki farklı elementin atomları birleştiğinde kimyasal bileşiklerin oluştuğu ve atomlar yeniden düzenlendiğinde kimyasal tepkimelerin gerçekleştiği sonucuna vardı. Son olarak atomların üretilmeyeceği ve yok edilemeyeceği kuramını oluşturdu.

Dalton kuramını ispatlayabileceğine inanıyordu; çünkü bir kap dolusu hidrojen bir kap dolusu oksijenden daha hafifti, dolayısıyla temel birimlerinin farklı olması gerekiyordu. Bir kap içerisinde karıştırılırsalar bile farklı gazlar ayrı özler olarak yayılıyorlardı, dolayısıyla özgün birimlerle birleşmiş olmaları gerekiyordu. En hafif gaz olan hidrojeni 1 olarak tanımlayarak diğer gazların belirli bir kütledeki hidrojenle nasıl birleştiklerini görüp atomsal ağırlıklarını buna göre bulma niyetindeydi.

Dalton atomların bir araya gelerek molekülleri (çok küçük bir parçacığa verilen ad) oluşturduğunu öne sürdü. Aynı zamanda elementlerin sabit oranlarda birleştiğini söyledi; örneğin karbon ve oksijenin karbonmonoksiti oluş-

turması için 1:1 oranıyla, karbondioksiti oluşturmaları için 1:2 oranıyla birleşmesi gerekir. Ancak bir noktada yanıldı: Suyun 1:1 oranında hidrojen ve oksijenden oluştuğunu düşünüyordu. Fransız Joseph-Louis Gay-Lussac (1778-1850) bunu 2:1 olarak düzelterek oksijen bileşimleriyle ilgili kimyasal araştırmaların önünü açtı.

Atom kuramı günümüzde parçacık fiziğiyle ilişkilendirilse de Dalton'ın çalışmaları kimya alanındaydı; elektrokimya, radyoaktivite, nükleer fizik ve kuantum kimyası gibi birçok modern bütünleşmiş alanlar için bir zemin oluşturarak iki alanın birbiriyle nasıl bağlantılı olduğunu gösterdi.

İzomerizm ve Organik Kimya:

Justus von Liebig

Benzer moleküler formüllere, yani benzer atom birleşimlerine sahip maddeler gerçekten değişik şekillerde davranabilir miydi? Alman kimyagerler Justus von Liebig ve Friedrich Wöhler (1800-1802) 1827'deki birbirinden bağımsız çalışmalarında bu durumun moleküllerin farklı yapılarda düzenlendiği durumlarda mümkün olduğunu keşfettiler. Moleküler düzeyde küçük şekil değişiklikleri bile daha geniş boyutlardaki değişimlerle sonuçlanabilir. İzomerleri (Jöns Jakob Berzelius'un (1779-1848) adlandırmasıyla) 1830'da keşfetmişlerdi. Berzelius kimyasal sembollerin Latince yazımlarını (örneğin demir için kullanılan ve Latince "ferrum" sözcüğünden gelen "Fe" yazımı) tesadüf eseri getiren İsveçli bir kimyagerdi.

İzomerler molekülün içinde farklı bağlara sahip olabilirler ya da birbirlerinin aynısı olabilirler. Günümüzde özellikle

tıbbi kimyada yaygın olarak kullanılırlar. Örneğin fentermin iştah azaltan bir ilaçtır, ancak atomlarını yeniden düzenledüğümüzde güçlü bir uyarıcı ilaç olan dekstroamfetamini elde ederiz.

Von Liebig'in, karbonu olan moleküller üzerine çalışan organik kimyaya olan ilgisi uygulamalı kimya, özel olarak da kimya biliminin yiyecek, tarım ve gıdaya uygulanması olarak değişti. 1838'de şöyle yazdı: "Organik maddelerin üretimi artık yalnızca o organizmaya ait değil. Laboratuvarlarımızda bunları üretecek olmamız artık olası değil, kesindir."

Bu sözlerin ardından bir parça et üretti. Aynı zamanda toprak analizi yaparak ekinleri beslemenin en iyi yolunu keşfetti ve kendi gübrelerini üretti. Bu sırada bir bitkinin karbon içeriğinin yaprak gübresi ya da humustan değil fotosentezden geldiğini ispatladı.

Başka bir Alman bilim insanı olan Fritz Haber (1868-1934) 1908'de havadan nitrojeni alıp canlandıran gübrelere dönüştürme sürecini oluşturdu. Birinci Dünya Savaşı'nda kullanılması için kimyasal silahlar icat etmek için de çalışmıştı.



Justus von Liebig (1803-1873)

Liebig, Darmstadt, Almanya'da doğdu. Kimyasal madde üreticisi olan babasının burada, oğlunun deneyler yapabileceği bir laboratuvarı da bulunan bir dükkânı vardı. Genç Liebig'in deneyleri yalnızca okulunda bir patlamaya neden olmadı, aynı zamanda evinde de yapısal hasara yol açtı. Ebeveynlerinin onu bir eczacının yanına

çıraklık için göndermeleri, kariyerini desteklemek istedikleri kadar evlerinin tek parça kalmasını istedikleri için de olabilirdi.

Liebig, Giessen Üniversitesi'nde yalnızca yirmi bir yaşındayken profesör oldu. Kimyanın yalnızca eczacılığın bir bölümü değil, bağımsız bir konu olması konusunda ısrar eden radikal bir öğretmendi. Belki de kendi yaşadığı aksilikleri hatırlayarak kontrollü laboratuvar deneyleri uygulanmasını teşvik etti. Yöntemleri dünya genelinde standart model haline geldi.



İkame Yasası: Jean-Baptiste Dumas

19. yüzyılın başlarında kabul gören moleküler yapı kuramına göre tüm kimyasal bileşikler ya pozitif ya negatifti ve kimyasal karışımlar zıt parçaların birbirini çekmesiyle oluşuyordu. Bu “ikicil” kuram özellikle Jöns Jacob Berzelius tarafından destekleniyordu.

Ancak Fransız öğretmen ve politikacı Jean-Baptiste Dumas (1800-1884) klorla beyazlatılan yanan mumların hidrojen klorür buharı ürettiğini buldu ve “beyazlatma sırasında terebentinin içindeki hidrokarbon yağının klor haline geldiği” sonucuna vardı. Belirli şartlarda elektropozitif olan hidrojen atomlarının klor ya da elektronegatif olan oksijen atomlarıyla belirgin bir yapısal değişim olmadan değiştirilmesinin mümkün olduğunu göstermişti.

Berzelius ve Justus von Liebig de dahil olmak üzere diğerleri bu bulguları öyle sertçe reddetti ki, Dumas geri

adım atmak zorunda kaldı. Ancak uzun dönemde bu kuram Berzelius'un kuramının yerini aldı.

Dumas'nın daha az çekişme yaratan çalışması bileşiklerin bileşenlerinin tanımlanmasıydı (Odunun damıtılarak üreten ve metanol elde edilmesi gibi). Buhar evresindeki bir maddenin kütlesi, sıcaklığı, hacmi ve basıncını bularak buharın yoğunluğunu hesaplama yöntemleri de geliştirdi. Bu, otuz (o dönemde bilinen elementlerin yarısı) elementin atom ağırlıklarının daha doğru hesaplanmasını sağladı.

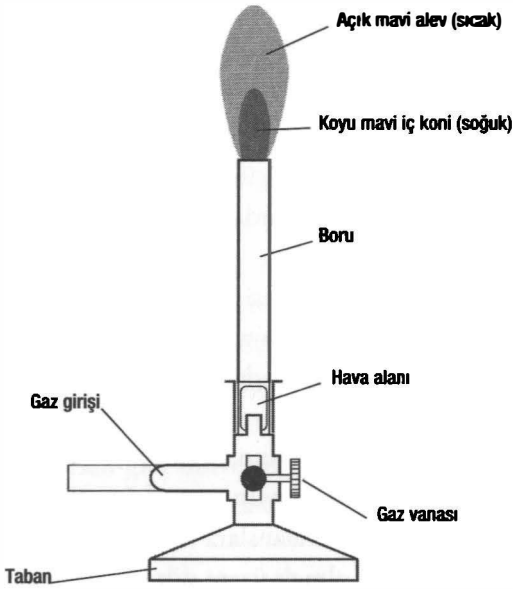
Dumas organik kimya alanında öncüydü. Liebig gibi o da bilimsel laboratuvarlar ve titiz deneyler konusunda ısrarcı olan ilk öğretmenlerden biriydi. Ancak tüm başarısına rağmen ününü tehdit etmesinden korktuğu daha genç kimyagerlerin kariyerlerine engel olmak için Bilim Akademisi'ndeki yüksek mevkisini kullandı.

Bunsen Beki (Lambası):

Robert Wilhelm Bunsen

Alman Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899), birtakım keşif ve icatları olmasına rağmen, adını taşıyan gaz lambasıyla bilinir. Bunu Michael Faraday'ın 1855'te geliştirdiği aygıttan yola çıkarak üretti ve icadı, kimya uygulamalarını değiştirdi.

Potansiyel olarak zehirli metan gazıyla dolu, ancak yeterli üniversite laboratuvarından ilham aldı. Bunsen'in hem ışık hem ısı veren güvenilir bir gaza ihtiyacı vardı ve tabanına yakın yerlerde hava delikleri bulunan, gazın ve havanın tutuşmadan önce karışmasını sağlayan ve uzun alev meydana getiren bir bek tasarladı. Hava akışı cam laboratuvar malzemeleriyle kullanmaya uygun, temiz, sıcak, mavi bir alev üretmek için artırılabilirdi.



Bunsen Beki (Lambası)

Bunsen beklerinin mavisi yanan elementlerin renklerine karışmaz, dolayısıyla renkleri ya da farklı elementlerin alevlerinden emilen ışık tayfını inceleyen, gelişmekte olan tayf ölçümü bilimine katkı sağlamış oldu. Bunsen ve Gustav Kirchhoff (1824-1887) bu analizi yeni bir alkali metal olan sezyumu tanımlamak için kullandı.

Periyodik Tablo: Dimitri Mendeleyev

Periyodik tablo kimyanın temelidir. Tüm elementleri, temel özelliklerini ve elementlerin ait oldukları grupları göstererek listeleyen tablo tüm dünyada kimyagerlerin hemen okuyabil-

diği bir şemadır.

Rus Dimitri Mendeleyev bilinen elementleri listelemeyi deneyen ilk insan değildi. Diğerleri, özellikle de İngiliz kimyager John Newlands (1837-1898) elementlerin kimyasal özelliklerinde bazı düzenler olduğunu fark etti. Newlands, “oktav yasası”nı ne sürdü, çünkü özellikler her sekizinci elementin yeni bir sıra oluşturduğu yedi gruba ayrılıyor gibi görünüyordu.

Mendeleyev’in basit listesi atom numarasına (atomun çekirdeğindeki protonların sayısı) göre sıralanmıştır. Başka bir değişken olarak “valans”ı da (bağ değer) ekledi. Bu bir atomun dış kabuğunda kaç tane elektron olduğuna, dolayısıyla birleşmeye kaç elektronun elverişli olduğuna ve atom numarasına yaklaşık olarak uyup uymadığına ilişkin birleşim değerlerini gösterir. Aynı valanslara sahip elektronlar tabloda periyodik bir düzende olmak üzere dik bir kümelenme oluşturarak birbirlerinin altında sıralanır. Örneğin soy gazlar tıpkı halojenler gibi bir kolonun altında toplanır. Dolayısıyla Mendeleyev’in periyotları, tablodaki yatay diziye dikey sütunlar benzer özelliklere sahip olduğu bilinen graplardan oluşur. Mendeleyev tablosundaki boşlukların henüz bilinmeyen elementleri temsil ettiğini ikna edici (ve doğru) bir şekilde savundu.

Mendeleyev’in tablosu, o dönemde hiç kimse tam olarak nasıl olduğunu anlamamasına rağmen, işe yararmıştı. Aslında fark ettiği periyodik diziler günümüzde bir atomun dış kabuğundaki elektronların sayısıyla aklanabiliyor.



Dimitri Mendeleev (1834-1907)

Sibiryâ'nın küçük bir kasabasında doğan Mendeleev bir öğretmenin yaşayan on dört çocuğunun (çocukların tam sayısı kaynaklara göre farklılaşır) en küçüğüydü. Eğitimine devam etmek için on dört yaşında St. Petersburg'a gitti ve hayatının büyük bölümünü orada geçirdi, 1864'te de ilk akademik görevini elde etti.

Burs kazanan Mendeleev iki yıl boyunca yurtdışında, Heidelberg Üniversitesi'nde eğitim aldı; ancak Robert Bunsen gibi üniversitedeki diğer kimyagerlerle yakın ilişkiler kurmak yerine, evinde kendi laboratuvarını kurdu.

1860'ta Karlsruhe, Almanya'da gerçekleşen Uluslararası Kimya Konferansı'na katıldı; burada atom ağırlıkları üzerine yeni fikirleri ve elementleri düzenleme konusunu açıklığa kavuşturmasına yardımcı olan bilgiler edindi.



İstatistiksel Mekanik ve Termodinamik: Josiah Willard Gibbs

1870'lerin başında fiziksel kimya yalnızca tekil gözlemler ve olgulardan oluşuyordu. Bu alan, kimyasal sistemleri fizik yasalarına göre ele alır; enerji, güç ve hareket gibi kavramları uygular. Kinetik bilimiyle (hareket ve hareketin nedenlerini

inceleyen bilim dalı) kimyasal tepkimelerin oranlarını ya da maddeleri, çekme dirençlerini ya da esnekliklerini etkileyen güçleri araştırmayı içerir.

Bu bilim dalı Amerikalı matematikçi ve fizikçi Josiah Willard Gibbs'in (1839-1903) yazdığı 300 sayfalık Heterojen Maddelerin Dengesi Üzerine adlı kitabının yayımlanmasıyla 1875-1878 yıllarında değişmeye başladı. 700 matematiksel denklem içeren kitabında fiziksel kimyada yapılan keşifleri toplamış ve açıklamış, aynı zamanda kendi fikirlerini de ileri sürmüştür. Gibbs ısı ve sıcaklıkla enerji ve iş arasındaki ilişkilerle ilgilenen bilim dalı olan termodinamiğin kimyasal evreleri keşfetme ve açıklama konusunda yardımcı olabileceğini düşünüyordu.

Aslında bir kuramcı olan Gibbs, James Clerk Maxwell ve Ludwig Boltzmann'la (1844-1906) beraber istatistiksel mekaniği geliştirdi; bu terim termodinamiği çok sayıda birleşenin istatistiksel özelliklerinin bir sonucu olarak açıklamak için uydurduğu bir sözcüktü. Gibbs istatistiksel mekaniği kimyasal maddeler ve tepkimeleri analiz etmek için de kullandı.

Gibbs bir sistemin moleküllerinin sayısındaki artışa göre iç enerjide oluşan artışın oranını, yani kimyasal potansiyel kavramını oluşturdu ve termodinamik halin bir ölçüsü olan serbest enerjiyi tanımladı.

Çalışmalarının anlaşılması diğer kuramcılar için bile zordu. James Clerk Maxwell 1879'da erken yaşta öldüğünde, Amerika'da Gibbs'i anlayabilen yalnızca bir insan olduğunu, ancak şimdi onun da öldüğünü söyleyen bir şaka kulaktan kulağa yayılıyordu.

Biyokimya ve Bileşiklerin Sentezlenmesi:

Emil Fischer

Alman organik kimyager Emil Fischer (1852-1919) şeker ve proteinlerin yapıları ile pürinlerin (ortak kimyasal temele sahip belirli bileşikler) doğasına ilişkin birçok önemli keşif yaptı. Karbonhidrat ve aminoasit tanımları biyokimya dalının oluşmasını sağladı. Fischer'ın pürinlerle ilgili çalışmaları 1882'de görünüşte bağlantısı olmayan birkaç doğal bileşiğin kimyasal olarak bağlantılı olduğunu ispatlamasıyla başlayıp on yedi yıl boyunca sürdü. Bazıları ürik asit gibi hayvan ürünleri, kafein ve teobromin (çikolatada bulunur) gibi diğerleri ise bitkisel ürünlerdi; ancak hepsi ortak bir atom grubundaydı: Beş karbon atomu, dört nitrojen atomu öyle birleşmiştir ki, iki ortak atoma sahip iki devirli bir grup oluşmuştu. Bu yaygın bağlantıya "pürin" adını verdi ve tüm pürinlerin birbirinden türetilebileceğini buldu.

Fischer bileşikleri sentezlemeye hevesliydi; bu sayede, yalnızca bileşiklerin yapılarını ispatlamakla kalmayıp ucuz tıbbi ürünler, hatta gıda ürünleri oluşturulabileceğini umuyordu. Yatıştırıcı ilaçlar Fischer'ın çalışmalarının bir sonucudur. Birkaç pürini sentezlemeyi, şekerlerle ilgili araştırmasının ardından da sentetik glikoz ve früktoz yaratmayı başardı. Fischer enzim aktivitesinin özyapı tarafından değil, moleküler yapı tarafından belirlendiğini keşfetti. Bunu maya enzimlerinin (kimyasal değişimleri etkileyen, ancak kendileri dönüşmeyen doğal proteinler) yalnızca belirli şekillerdeki şeker izomerlerini tükettiğini bulduğunda fark etti. Birkaç aminoasidi de sentezledi ve aminoasitleri birleştiren bağı keşfetti. Sonuçta Fischer'ın tüm çalışmaları fizyolojik araştırmaları fazlasıyla ilerletti.

Ne yazık ki fenilhidrazinle ilgili doktora araştırması büyük olasılıkla kanser olmasına neden oldu, aynı zamanda cıva zehirlenmesi de geçirdi. O dönemlerde kimya tehlikeli bir uğraştı.

Soy Gazlar: William Ramsay

On dokuzuncu yüzyıla gelindiğinde elementler (gazlardan metallere kadar hepsi) hızlıca keşfediliyor ve kimyasal anlamda uygun şekilde konumlandırılıyordu. Ancak 1890’larda kimyasal olarak diğerk maddelerle etkileşime girmediğı görölen bir gaz grubu ayrı kalmıştı. Bu gazların valansları sıfır olduğı için periyodik tabloda da onlara uygun bir yer yok gibi görünüyordu. Sıradan elementlerle aynı yerde bulunmak için fazla “soylu”lardı.

Bu gazların ilk örnekleri İskoç William Ramsay (1852-1916) tarafından 1890’larda toplanmıştır. İngiliz Lord Rayleigh’la beraber argon gazını ilk olarak atmosferden elde edilen nitrojenin yoğunluğunun, kimyasal tepkimeler sonucu üretilen nitrojenin yoğunluğıyla aynı olmadığını fark ettiklerinde buldular. Bilinen tüm gazları edediklerinde yok denecek kadar az, yeni bir gaz buldular ve buna Yunancada “tembel” anlamına gelen argon adını verdiler; çünkü bu gaz hiçbir şey yapmıyordu.

1898’de Ramsay havayı önce sıvılaştırıp sonra ısıtarak daha da nadir bulunan gazları (neon, kripton ve ksenon) keşfetti. Ramsay’nin 1895’te bulduğı helyum ve 1900’de tanımlanan radonla beraber bu gazlar kimyasal anlamda etkisiz gazlardır; diğerk elementlerle tepkimeye girmezler. Ancak onlar için periyodik tabloda sekizinci grup adı altında bir yer bulundu.

Soy gazlar belli şartlar altında parlak ve canlı renkler üretebilir ki bu, nadir bulunan neonun günümüzde birçok yaygın elementten daha iyi biliniyor olması demektir.

Serbest Enerji ve Ortak Bağlar: Gilbert N. Lewis

Josiah Willard Gibbs kimyasal termodinamik kuramını oluşturduktan yirmi yıl sonra fiziksel kimya alanında çok az pratik çalışma gerçekleştirilmişti (muhtemelen nedeni Gibbs'in anlaşılması çok zor biri olmasıydı).

Amerikalı Gilbert Lewis (1875-1946) boşluğu kimyasal tepkimeye giren maddelerin, termodinamik hale göre değişen, bilinmeyen serbest enerji değerlerini hesaplayarak doldurmaya çalıştı. Bir sistemin entropisinin ya da kullanılamayan enerjisinin nasıl hesaplanacağını bulmak için de deneyler yaptı. Çalışmaları kimyasal tepkimelerin gelişeceğini mi, tamamlanacağını mı ya da dengeye mi varacağını öngörülmesine yardımcı oldu.

Lewis elementlerin bir atomun valansına (dış kabuğundaki elektronların sayısı) göre birleştiğini kuramlaştırarak önemli bir katkıda daha bulundu. Bu fikri ilk önce 1902'de, fizikçiler elektronların çekirdeğin etrafında özel bir sıraya göre dizildiğini yeni fark ettiği dönemde geliştirdi. Atomu her köşesinde elektronları için birer boşluğu olan bir küp olarak hayal etti ve kimyasal bağların da her atomun kendi dolu köşeleriyle ideal düzene sahip olmak için elektronlarını değiş tokuş ettiklerinde gerçekleştiğini öne sürdü. Fikirlerini düzenlemeye devam etti ve 1916'da kimyasal bağın, atomlar elektron paylaştıkları anda gerçekleştiğini söyledi. Bu keşif

sonradan kovalent bağ olarak adlandırıldı. Lewis bir elektron paylaşmadığında onu “serbest molekül” olarak tanımladı, ancak günümüzde onları “serbest radikaller” olarak adlandırıyoruz ve onları vücudumuzdan antioksidanlarla atıyoruz.

Kimyasal Bağlar ve Protein Yapısı: Linus Pauling

Yirminci yüzyılın en önemli kimyagerlerinden Amerikalı Linus Pauling, kimyasal bağın doğasını keşfetmeye ilk olarak 1920’lerde, çoğunlukla kuantum mekaniğinin fikirlerini kullanarak başladı. Birçok modern kimyager gibi o da fizikte geliştirilen teknikleri uyguladı. Çığır açan keşiflerinin arasında, bileşiklerin moleküllerindeki elektron yörüngelerinin bazen melezleşmiş ya da birleşmiş olduğu gerçeği vardı. Atomlar arasında elektron alışverişinin gerçekleştiği iyonik bağın uç bir durum olduğunu, aynı durumun elektronların paylaşıldığı kovalent bağ için de geçerli olduğunu gösterdi. 1949’da araştırma ekibiyle beraber orak hücre anemisini moleküler temelde tanımladı.

1950’lerde dikkatini protein moleküllerinin yapısını tanımlamaya verdi. Bunlar büyük, kırılğan ve karmaşıktı, dolayısıyla Pauling kendi model kurma yaklaşımını kullandı; önce moleküllerin (bu durumda aminoasitler) yapı taşlarının yapılarını, ardından birbirlerine nasıl bağlı olduklarını öğrendi, son olarak da bulgularını test etmek için bir model oluşturdu.

Yine yeni teknikler kullanarak X ışını kırınımıyla* (madde X ışını uygulandığında dağılır ve kırınım dokusu atomların örgüsü hakkında bilgi sağlar) protein moleküllerini analiz etti. Pauling ve ekibi aminoasitlerin yalnızca sonlarından bağlanarak sert bir yapı oluşturduğunu söyleyen bir kuram geliştirdi ve Pauling pek çok proteinin bileşeni olan üç boyutlu sarmal yapıyı (alfa sarmal) tanımlayabildi.

Üç katlı sarmal olduğunu öne sürdüğü için (doğrusundan bir kat fazla) DNA'nın doğru modelini oluşturmakta başarılı olamadı.



Linus Pauling (1901-1994)

Kimya, Portland, Oregon, ABD'de doğan Pauling'i on dört yaşındayken büyülemeye başladı ve bir arkadaşının kimya takımının etkileyici kimyasal tepkimelerine tanık oldu. Hemen evinin bodrumunda kendi laboratuvarını kurdu ve 1917'de Oregon Tarım Okulu'nda (günümüzde adı Oregon Eyalet Üniversitesi'dir) kimya mühendisliği eğitimine başladı. Çok geçmeden, henüz lisans öğrencisiyken konuyu diğer öğrencilere öğretmesi istendi; çünkü bu alanda ileri düzeyde bilgisi vardı.

Pauling 1930'larda büyük biyomoleküllerin (canlı vücutta bulunanlar) yapılarına odaklanmaya başladı ve 1954'te kimya alanında Nobel Ödülü'ne layık görüldü.

1960'lardan itibaren barış aktivizmine daha fazla

* Işık, ses ve radyoelektrik dalgalarının karşılaştığı kimi engelleri dolanarak geçmesi. (ç.n.)

zaman ayırmaya başlayarak bilim dünyasına nükleer bomba testlerini yasaklamaları çağrısında bulundu ve 1963'te Nobel Barış Ödülü'nü kazandı, dolayısıyla başka biriyle paylaşılmayan iki Nobel Ödülü'nü kazanan tek kişi oldu.



Sentetik Kimya: Elias James Corey

Emil Fischer'ın ve diğerlerinin çalışmalarına dayanarak geliştirilen organik sentez, karmaşık organik bileşiklerin kimyasal süreçlerle basit başlangıç materyalleri kullanılarak üretilmesidir.

Sentetik kimya naylon, plastik, boya, haşere ilacı ve birçok farmakolojik ürünler gibi geniş yelpazede maddeler üretmiştir.

Karmaşık organik moleküllerin (hedef molekül) sentezlerini tasarlamamanın geleneksel yolu, basit ya da kolay bulunabilen materyallerle başlayıp hedefi oluşturmak için bir dizi kimyasal tepkime yoluyla onları toplamaya çalışmaya devam etmektir. Kimyagerler genellikle başlangıç materyallerini ya da tepkime zinciri sürecini tam olarak nasıl bulduklarını açıklamakta zorlandı. 1960'larda Harvard Üniversitesi'nde kimya profesörü olan Amerikalı Elias James Corey (d.1928) daha planlı ve yapılandırılmış bir yaklaşıma ihtiyaç olduğunu fark etti, dolayısıyla retrosentetik analizin ilkelerini geliştirdi.

Bu yöntem mantıklı ve sistemli bir yaklaşım içerir, hedef molekülle başlayıp bunun nasıl daha küçük birimlere bölünebileceğini analiz eder. O dönemde bunlar aynı zamanda

basit başlangıç materyalleri elde etmek için parçalanıyordu. Bu şekilde geriye doğru çalışıldığında basit, çabuk ve etkin bir şekilde hedef molekülü oluşturmak mümkündür. Her adım kaydedilir ve tersine çevrilebilir.

Bu yaygın biçimde uygulanabilir yöntemle Corey'nin araştırma ekibi özellikle farmasötik maddeler başta olmak üzere 100'den fazla ürün sentezleyebildi. Bunlar doğumu başlatmak, kan pıhtılarını, alerjileri ve iltihapları tedavi etmek, kan basıncını kontrol altına almak için kullanılan prostaglandinler ve diğer hormon benzeri maddeleri içeriyordu. Bazıları doğada az miktarlarda gerçekleşse de, retrosentetik analiz sayesinde, günümüzde dünya genelindeki hastanelerde ve eczanelerde bulunabiliyor.

Femtokimya: Ahmed H. Zewail

Kimyasal tepkimeler öyle çabuk gerçekleşiyor ki yalnızca femtosaniye olarak bilinen, saniyenin küçük kısımlarıyla ifade edilebiliyor. Bir femtosaniye bir saniyenin 0,000000000000001'i ya da 10^{-15} 'i, yani katrilyonda biridir. Bir kimyasal tepkimenin geçiş hali sırasında molekülün atomları son derece hızlı hareket eder; kendilerini yeniden düzenlemeleri 100 femtosanieden daha az zaman alır.

1970'lerde birçok bilim insanı böyle hızlı bir tepkime sırasında neler olduğunu görmelerinin hiçbir zaman mümkün olamayacağını düşünüyordu. Ancak California Teknoloji Enstitüsü'nde çalışan Mısır doğumlu kimyager Ahmed Zewail (d. 1946) kimyanın ihtiyaç duyduğu çok hızlı "kamera"yı, o dönemlerde yeni geliştirilen hızlı lazer teknolojisinin sağlayabileceğini fark etti. Hızlı lazerler yalnızca birkaç femtosaniye

süren ışık flaşları üretebilir. 1980’lerde Zewail bir dizi flaş kullanarak bir kimyasal tepkime başlatıp değişimleri kaydederek deneyler yapmaya başladı. Sonunda molekülleri bir vakum tüpünde karıştırmayı, ardından karışıma hızlı lazerden ışık yaymayı içeren bir süreç geliştirdi. İlk ışık kimyasalları harekete geçirip tepkimeyi başlatıyor, bunu izleyen ışık demetleri de moleküllerden elde ettiği ışık modellerini kaydediyordu. Bunlar moleküllerin yapısal olarak nasıl değiştiğini analiz etmek için kullanılabiliyordu.

Bir kimyager için bu, kimyasal bağların bozulup yeniden birleşmesini izlemeye eşit derecede devrim niteliğinde bir gelişmeydi. Atomlara ve moleküllere neler olduğunu hayal etmek yerine artık kimyasal tepkimeleri “görebiliyor” ve deneyleri daha kolay tasarlayabiliyor, sonuçları tahmin edebiliyorlardı.

Zewail’in yöntemi femtosaniye tayf ölçümü ya da femtoseptroskopisi olarak biliniyordu ve tüm bu çalışma femtokimya adıyla fiziksel kimyanın yeni bir alanı haline geldi. Bu alan, ilaçların geliştirilmesinden elektronik tasarım alanına kadar birçok önemli uygulama sunuyor. Zewail bunu, zamana karşı yarışta en büyük başarı olarak adlandırdı.

Fizikteki yöntemlerin kullanılması kimyanın geleceğinin (sudan yapılar oluşturmaktan silikon nanoborulara kadar) şüphesiz önemli bir parçası. Periyodik tablo tamamlanmış değil ve sentezlenecek bileşikler hâlâ var. Geleceğin simyacıları, üzerinde sihirlerini kullanacakları pek çok şeye sahip olacak.

Biyoloji: Dünyadaki Yaşamın Nitelikleri



Dünyada yaşam, en büyük hayvan ve bitkilerden gözle görülemeyen mikroorganizmalara kadar çok çeşitlidir; ancak tüm canlılar belli süreçleri paylaşır. Hepsi besinlerin büyüme ve üreme için enerji üretmek amacıyla işlenmesini içeren ve “metabolizma” olarak bilinen fiziksel ve kimyasal değişimlerden geçer.

Antik uygarlıklar onlar için yararlı olan, korktukları ya da yenmeyen hayvan ve bitkileri tanımladı ve canlılara dair ilk sınıflandırmaları oluşturdu. Bitki uzmanları bitkilerin tıbbi kullanımları ilmini geliştirdi, anatomi uzmanları ise inceleme ve gözlemlerinden sonra insan ve hayvan gövdelerinin nasıl işlediğini keşfetmeye başladı.

On beşinci yüzyılda Yeni Dünya'ya varan Avrupalı kâşifler daha önce hiç görmedikleri bir tür çeşitliliğiyle karşılaştı ve on altıncı yüzyılda mikroskop, mikroorganizmalara ve tüm yaşamın temeli olan hücreye odaklandı. Bitkiler ve hayvanları sınıflandırma sistemleri çok daha karmaşık olmaya başlamıştı ki on sekizinci yüzyılda yaşayan İsveçli bilim insanı Carolus Linnaeus günümüzün taksonomisinin temelini oluşturan evrensel sistemi kazara buldu.

Modern biyoloji Charles Darwin'in "doğal seçimle evrim" kuramıyla başlar, organizmalardaki biyolojik özelliklerin iniş ve çıkışlarını takip eder. Bu bizi, endüstri ve tıbbı destek olmak için genetiğe ve genetik mühendisliğiyle sentetik biyoloji gibi biyolojik süreçlerin insanlar tarafından kontrolünün önünü açan hücresel ve moleküler biyolojiye götürdü. Günümüzde biyoloji bilimindeki deneysel araştırma alanlarının çoğalması, bu bilim dalının ilk doğa tarihi çalışmalarından beri ne kadar ilerlediğinin göstergesi.

Canlıların Sınıflandırılması: Aristo

Antik Yunan bilgini Aristo daha çok filozof olarak bilinmesine rağmen doğal yaşamın her alanına ilgi duyuyordu ve dünyanın ilk büyük biyoloğu olarak nitelendirilmişti. İlk deneycilerden olan Aristo hayvanların ve bitkilerin yapı ve davranışları üzerine büyük miktarda veriyi bir araya getiren özenli bir gözlemciydi ve öğrencisi Theophrastus (MÖ 370?-285?) tarafından yürütülen çalışmayla 500'den fazla türü sınıflandırmıştı.

Aristo her canlı türünün belli bir amaç için düzenlendiğini düşünüyordu ve türlerin sabit olduklarını ve değişmediklerini söyleyen görüşü ortaya koymuştu; bu görüş, Darwin'in evrim kuramı 1859'da yayımlanana kadar yaygınlığını koruyacaktı. Aristo'nun bilime özgün katkısı, tüm canlıları içeren bir sınıflandırma sistemiydi. Bilinen tüm organizmaları bitkiler ve hayvanlar olmak üzere iki ana başlık altında gruplandırdı. Hayvanlar yaşadıkları yerlere göre karada, denizde ya da havada olmak üzere üç gruba ayrılmışlardı. Omurgalılar "sıcakkanlı" hayvanlar, omurgasızlar "soğukkanlı" hayvanlar

olarak adlandırılmıştı. Sıcakkanlı hayvanlar üreme açısından doğurganlar (memeli hayvanlar) ve yumurtlayanlar (kuşlar ve balıklar) olarak ayrılıyordu. Soğukkanlı hayvanlar böcekler, eklembacaklılar ve kabuklulardı (yumuşakçalar).

Aristo her organizmaya iki isim vererek ilk iki isimli sistemi oluşturdu. Bu isimlerden ilki cins adı ya da familya adıydı, ikincisi de familyanın farklı üyelerini bazı özgün niteliklerine göre ayırmak için kullanılıyordu.

Aristo'nun sistemi 2.000 yıl boyunca hâkim sistem oldu ve on sekizinci yüzyılda Linneaus'ın sınıflandırmasının temeli oluşturdu; ancak sistemin gizli kusurları vardı. Örneğin kurbağalar solungaçlarla doğarlar ve suda yaşarlar, yine de akciğer geliştirirler dolayısıyla "suda yaşayanlar" ve "karada yaşayanlar" olmak üzere iki sınıfa girerler. Aristo'nun sineklerin çürüten gübreden kendi kendilerine ortaya çıktıkları düşüncesi gibi bazı çıkarımları da yanlıştı.

Pek çok Batılı bilgin Aristo ve Platon'un hiyerarşik sınıflandırma kavramlarından türeyen Büyük Varlık Zinciri ya da Doğa Merdiveni'ne inanıyordu. Bu mükemmellik ölçeğinin en üstünde meleklerle birlikte Tanrı duruyor, ardından krallar ve insanlar, sonra hayvanlar geliyor, bitkiler ve mineraller ise en altta konumlanıyordu. Bu hiyerarşik yapının Tanrı'nın buyruğu olduğuna inanılıyordu; yapı ortaçağda da egemenliğini sürdürdü.

Doğa Mikroskop Altında: Antonie van Leeuwenhoek

Antonie van Leeuwenhoek on yedinci yüzyıl Avrupa'sında mikroskopik dünyayı keşfettiğinde, bilim kökten değişti.

Leeuwenhoek 500'den fazla mikroskop yapan Hollandalı bir gözlükçü ve dünyanın ilk mikrobiyoloğuydu. Yaptığı mikroskoplar, modern mikroskoplar gibi birleşik lensli ya da çok objektifli değil, yalnızca güçlü büyüteçlerdi; yine de o dönemin diğer aygıt üreticileri 30 kez büyütebilirken o 300 kez büyütebilmeyi başarmıştı.

Leeuwenhoek'un saydam lensleri iki metal levhanın arasında, perçinlenmiş bir şekilde tutuluyor, aygıtın sekiz on santimetre üzerinde sabit duruyordu. Bazı yöntemlerini gizli tuttu; ancak görüntüyü geliştirmek için kürenin özelliklerini, numunelerini yuvarlak sıvı damlalarıyla kaplayarak kullanmış olabilir.

Mikroskopla bakılabilen her şeye merak duyan Leeuwenhoek bitki ve hayvan dokusu, böcek, fosil ve kristalleri inceledi. Bunun sonucunda canlı spermatozoa gibi birçok mikroskopik yaşam biçimini tanımlayan ilk kişi oldu ve keşifleri pirelerin kumdan ya da tozdan, un kurtlarının çürümüş buğdaydan ortaya çıkması gibi alt yaşam formlarının doğal materyalin çürümesiyle, kendiliğinden ortaya çıkabildiğini söyleyen yaygın inanışın aksini ispat etti. Leeuwenhoek bu küçük yaratıkların da daha büyük böceklerle aynı yaşam döngüsüne sahip olduğunu gösterdi.

En önemli keşiflerinden biri tekhücreli organizmalardı. 1674'te göl suyuyla ilgili şunları yazdı: "Suyun içinde yüzen toprağa benzer taneler ve bazı yeşil, spiral sarımlı şeritler gördüm. (...) Bu şeritlerin her birinin çevresi yaklaşık olarak bir saç telinin kalınlığı kadardı." "Spirogyra" alginin tekhücreli yapısını keşfetmişti. Kraliyet Cemiyeti, raporunun öyle olasılık dışı olduğunu düşünüyordu ki, çalışmalarını incelemesi için bir papazı, tıp doktorlarını ve avukatları içeren özel bir heyet gönderdi; ancak 1680'de Leeuwenhoek'un gözlemleri tam anlamıyla doğrulandı.

Leeuwenhoek aynı zamanda bakteriyi de keşfetti; “animalcule” (küçük hayvan) sözcüğünü, gördüğü pek çok küçük yaratık için kullandı: “Çok fazla çok küçük canlı animalculer var, sevimli bir şekilde hareket ediyorlar. En büyükleri (...) çok güçlü, seri ve hareketleri tıpkı bir mızrağın suyun içindeki hareketlerine benziyor.”

Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723)

On yedinci yüzyılın bilim insanları genellikle üniversite eğitimi almış, zengin bir geçmişe sahip insanlardı; ancak Leeuwenhoek’un ailesi esnaftı.

On altı yaşındayken Amsterdam’da, büyüteçlerin kumaşın kalitesinin incelenmesi için kullanıldığı zamanlarda, bir tekstil tüccarının yanında çırak olarak çalıştı. Mercekler bir ayağın üzerinde duruyordu ve üç kat büyütebilme özelliğine sahipti. Böylelikle Leeuwenhoek büyütme ilkesiyle tanışmıştı; ancak mikroskobik doğal yaşamı keşfetmeye olan ilgisinin İngiliz bir bilim insanı olan Robert Hooke (1635-1703) tarafından 1665’te yazılan ve popüler bir kitap olan *Micrographia* adlı kitapla başladığı düşünülüyor. Kitap, pireler ve bitler gibi küçük madde ve hayvanların canlı resimlerini ve raporlarını barındırıyordu.

Üç yıl sonra Leeuwenhoek kendi mikroskobunu yapmak için mercek zımparalıyordu ve gözlemleri yıllar boyunca bugün de varlığını ve bilimsel çalışmalarını sürdüren Londra Kraliyet Cemiyeti tarafından kullanıldı.

Evrensel Bir Sınıflandırma: Carolus Linnaeus

Bilimsel devrime kapılmış başka bir kitle, keşfedilen tüm yeni bitki ve hayvanları adlandırmaya ve sınıflandırmaya çalışan botanikçilerdi. İsviçreli doğabilimci Konrad von Gesner (1516-1603) bitkileri meyvelerine göre gruplarken İtalyan botanikçi Andrea Cesalpino (1519-1603) çekirdek yapılarına göre gruplamıştı ve başka pek çok rakip sistem vardı. Ancak gözlenebilen niteliklere ve doğal bağlara dayanarak oluşturulacak evrensel bir sınıflandırmanın önemini fark eden kişi İsveç doğumlu Carolus Linnaeus idi.

Sekiz yaşındayken “küçük botanikçi” olarak bilinen Linnaeus ailesinin bahçesinden etkilenmişti. Yirmi iki yaşında 600’den fazla yerli bitki toplamıştı ve ünlü botanist Olof Celsius’u (1670-1756) öyle etkiledi ki, Olof ona okuması için pek çok kitap verdi ve yeni bir bitki sınıflandırma sistemi geliştirmesi konusunda onu cesaretlendirdi. Linnaeus seyahatlerinden numuneler getirdi ve öğrencilerini araştırma gezilerine gönderdi. Bu öğrenciler arasında, 1768’de James Cook’un dünya gezisine katılıp Avustralya ve Güney Pasifik’ten alınan ilk numunelerle dönen İsveçli doğabilimci Daniel Solander (1733-1782) da vardı.

Linnaeus’un en önemli çalışması olan *Species Plantarum*’da (1753) iki terimli sistem (her organizma için cins ve tür adları) kullanılarak 7.300 adet bitki türü adlandırılmış ve tanımlanmıştı. Aynı cinse mensup her bitkinin kısa ve Latinceye çevrilmiş adı vardı ve mümkün olduğu durumlarda bu ad bitkinin bir özelliğini yansıtıyordu; örneğin “*Helianthus*” adlı (anlamı “çiçek ve güneş” idi) bir grup çiçeğin şekli güneşi andırıyordu. O zamana kadar bitkilere bir grup adı ve ardın-

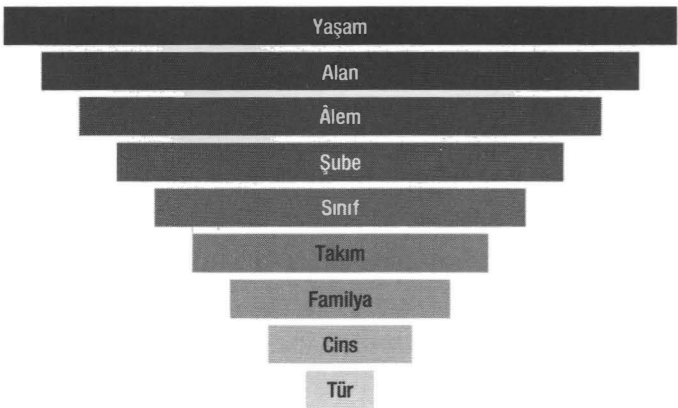
dan gelen kullanışsız, uzun tanımlar veriliyordu ve adlar genellikle her botanikçinin sistemine göre değişiyor, karışıklık yaratıyordu. Linnaeus'un sadeleştirmesi devrim niteliğindedi. Örneğin önceden "*Rosa sylvestris inodora seu canina*" olarak adlandırılmış olan yabangülü, Linnaeus'un sisteminde "*Rosa canina*"ya dönüştü.

Linnaeus doğa sınıflandırmasını hiyerarşiye dönüştürme konusunda da aynı derecede başarılıydı. En üstte krallıklar vardı ve bunlar sınıflara, sınıflar takımlara, takımlar cinslere, cinsler de türlere ayrılıyordu.

Ancak herkes bundan memnun değildi. İlahiyatçılar sınıflandırmada insanların maymunlarla aynı yerde olmasını eleştirdi çünkü bu, Büyük Varlık Zinciri'nde insanın ruhen yüksek olan konumunu düşürüyordu. Linnaeus buna "Hayvanların da ruhu vardır ve tek farklılık sınıftadır," diye cevap vermiştir.

Diğerleri onun bitkileri üreme organlarına (erkekorgan ve dişiorgan) göre sınıflandırmasına ve insan cinselliğiyle karşılaştırmasına çok şaşırdı, örneğin dokuz erkekorganı ve bir dişiorganı olan bir bitkiyi "aynı gelinin odasında bir kadınla dokuz adam"a benzetiyordu.

Bu aksiliklere rağmen "Linnaean Sistemi" kabul gördü. Günümüzde sınıflandırmak ve bitkileri adlandırmak için pek çok yeni yöntem kullanılmasına rağmen Linnaeus'un bitki genetiği ve biyokimyayı temel alan çalışması modern taksonominin merkezinde bulunuyor.



Linnaeus'un doğa sınıflandırmasının temel ilkeleri günümüzde de kullanılıyor, yalnızca modern taksonomide yeni kademeler eklendi.

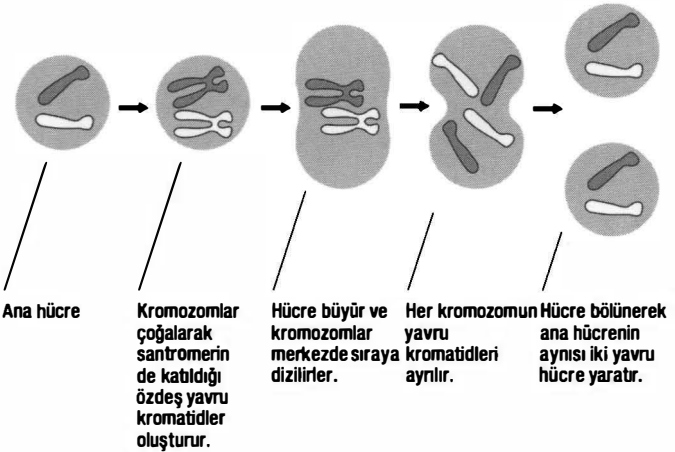
Molekül Oluşturmak: Matthias Schleiden, Theodor Schwann ve Oscar Hertwig

Canlı organizmaların en küçük yapısal ve işlevsel birimleri olan hücreler on yedinci yüzyılda, mikroskobun icadından sonra keşfedildi. Yıllar boyunca bilim insanları hücrelerin doğasını tartışılar; Matthias Schleiden (1804-1881) ve Theodor Schwann (1810-1882) adlı iki Alman bilim insanı 1838'de bir yemek sonrasında sohbet ederken günümüzde hücre kuramı olarak bilinen fikri ortaya attılar. Hücrenin yaşamın temel birimi olduğu, tüm canlı organizmaların bir ya da birden çok hücreden oluştuğu, tüm hücrelerin önceden var olan canlı hücrelerden doğduğu ve önceden düşünüldüğü gibi cansız maddeden kendiliğinden oluşmadığı sonucuna vardılar.

Hücre kuramı modern biyolojinin merkezindedir ve önem açısından kimyadaki dengi atom kuramıdır. Schleiden

hücre çekirdeğinin hücresel bölünmede ne kadar önemli olduğunu anlayan ilk bilim insanlarından biriydi. Hücrelerin genetik kimliğini içeren ve günümüzde kromozom olarak bilinen yapıları gözlemledi.

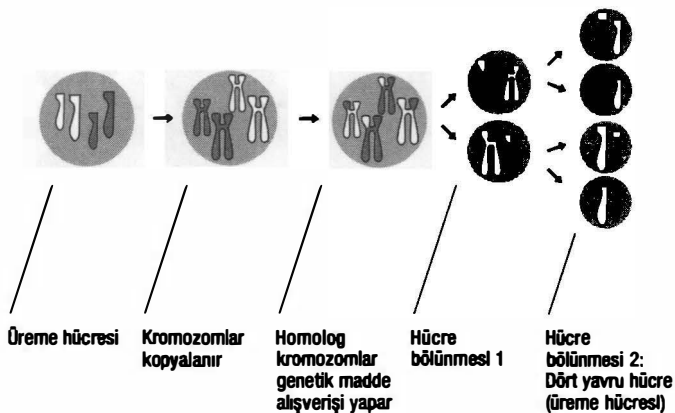
Bilim insanları daha sonra çokhücreli organizmaların eski hücrelerini mitoz (Yunancada iplik anlamına gelir) diye adlandırılan hücresel bölünmeyle nasıl yenilediğini öğrenecekti. Bu, ana hücreyle aynı kromozomlara sahip iki yavru hücrenin oluştuğu süreçtir. Ortalama bir insan, ömrü boyunca yaklaşık 10.000 trilyon hücre bölünmesi yaşar. Amip gibi tekhücreli organizmalar bu süreci (eşeysiz) üreme amacıyla kullanır; tek hücrelerini ikiye bölerek tamamen yeni bir organizma olan özdeş bir yavru hücre yaratır.



Mitoz bölünmenin evreleri

Eşeyli üreyen hayvanlar ve bitkiler, mayoz bölünme olarak adlandırılan farklı bir hücresel bölünme yöntemi kullanırlar.

Mayoz bölünmeyi 1876'da Alman biyolog Oscar Hertwig (1849-1922) denizkestanesi yumurtalarında keşfetmişti. Mayoz bölünmede yavrular biri dişi biri erkek olmak üzere iki ayrı organizmanın eşeyli etkileşimi sonucu oluşur. Her hücrenin üreme organlarındaki hücre çekirdeğinde bulunan kromozomlar kopyalanır ve genetik madde alışverişi yapılır, ardından hücre iki kez bölünerek dört yavru cinsiyet hücresi ya da üreme hücresi oluşturur (erkeklerde sperm, dişide yumurta); her bir üreme hücresi başlangıçtaki hücrede bulunan kromozom sayısının yarısını içerir. Döllenme meydana geldiğinde erkek ve dişi üreme hücreleri birleşerek iki hücreden de gen almış olan bir zigot (döllenmiş yumurta) oluşturur. Ardından zigot, mitoz bölünmeyle birçok kez bölünerek yeni hücreler, sonuçta da yeni bir yavru oluşturur.



Mayoz bölünme sırasında üreme hücreleri iki kez bölünür ve her biri başlangıçtaki hücredeki kromozom sayısının yarısını içeren dört üreme hücresi oluşturur.

İnsan hücreleri her çekirdekte bir çift yirmi üç kromozom barındırırken üreme hücreleri yalnızca yirmi üç kromozom içerir. Döllenmeden ve iki üreme hücresinin birleşmesinden sonra yirmi üç kromozom çiftinden biri cinsiyeti belirleyecektir. Dişilerde cinsiyet kromozomları XX, erkeklerde XY'dir.

Devrimi Başlatmak: Charles Darwin

Charles Darwin bilim tarihinin en önemli ve tartışmalı kitaplarından birini yazmıştır. 1859'da yayımlanan *Türlerin Kökeni*'nde evrim ve doğal seçim kuramını anlatmıştır. Kitap, Tanrı'nın evreni ve tüm yaşamı yarattığına ilişkin inanışı sorguluyordu. Bazıları Tanrı'nın varlığını sorguladığını düşünüyordu; çünkü doğal seçim süreci bir tanrı ya da akıllı bir yaratıcıya olan ihtiyacın yerini dolduruyor gibi gözüküyordu.

Darwin, kuramının temeline 1831 ile 1836 yılları arasında HMS Beagle'daki seyahati esnasında, Pasifik Okyanusu'ndaki Galapagos Adaları'nı ziyaret ettiğinde başladı. Her adada bulunan karakaplumbağalarının çok az fiziksel farklılık sergilediğini keşfetti ve aklına bu hayvanların farklı yaratılmadıkları, yalnızca her adada değişen çevresel koşullar dolayısıyla farklılıklar geliştirdikleri geldi. Araştırması evrim sürecinin gerçekleştiğini ispatladı; bu, dünya üzerindeki yaşamın bir yaratıcının ürünü olmadığını, basit organizmaların kendilerini çevreleyen ortama uyumlu olarak daha karmaşık organizmalara dönüştüklerini söylüyordu.

Döndüğünde Darwin evrim kuramını açıklayıp biyolojiyi kökten değiştirecek süreci keşfetti. "Doğal seçim" evrimin nedeniydi, Darwin bunu yapay seçimle karşılaştırarak tanımladı. Bitki ve hayvan yetiştiriciliğinde yetiştirici yapay olarak eş seçerek değiştirici bir rol oynarken doğal seçimde yetiştirici yoktur. Bunun yerine hayatta kalma kabiliyeti ve çevreye uyumlu olma gibi özellikler, her türün geleceğini en güçlü organizmaların seçilmesi ve yetersiz organizmaların elenmesini içeren doğal süreçle şekillendirmeye yarar. Rekabet fikri Darwin'in modelinde evrimin gerçekleşmesindeki itici

* HMS Beagle: İngiliz Kraliyet Donanması gemilerinden biri. (ç.n.)

gücü ve zamanla soyların tükenmesi, çeşitlenmesi gibi olayları açıklamak için kullanılmıştı.

Alfred Russel Wallace (1823-1913) Darwin'den bağımsız olarak bir evrim kuramı geliştirdi ve pek çok bilgin Wallace'ı evrimin ortak kâşifi olarak kabul ediyor. Kuramları benzer olmasına rağmen bazı farklar vardı. Örneğin Darwin (doğru bir şekilde) seçilimin canlıları tek tek etkilediğini vurgularken Wallace gruplar ya da türleri etkilediğini düşünmüştü.

Genel hatlarıyla evrim kuramıyla ilişkili bazı fikirler geliştirildi; ancak bunlar Darwin tarafından uygun bulunmayacaktı. Örneğin, Darwin'in ölümünden bir yıl sonra üvey kuzeni Francis Galton (1822-1911) Darwinizm'in kavramlarını "soy arıtımı" adını verdiği, dünyaya gelen insanların niteliğini, toplumun arzu ettiği özelliklerin kalıtımı aracılığıyla geliştirme fikrine uyguladı. Yirminci yüzyılda soy arıtımı, genetik "saflık" dürtüsüyle Nazi Almanyası'nın söylemlerine dahil olduktan sonra kötü bir ün yapmış oldu.



Charles Darwin (1809-1882)

1809'da üst-orta sınıfa mensup bir İngiliz ailesinin çocuğu olarak dünyaya gelen Darwin, Cambridge'deki Christ's College'a gönderildi, ardından bilimsel keşif yolculuğunda bir doğabilimciye ihtiyacı olan Kaptan Robert Fitzroy tarafından dünyayı dolaşmaya davet edildi.

Darwin HMS Beagle'da Charles Lyell'in (1797-1875) *The Principles of Geology* (Jeolojinin İlkeleri) adlı kitabını okudu ve Lyell'in, James Hutton'ın dünya-

nın İncil bilginlerinin iddia ettiğinden çok daha yaşlı olduğu görüşüyle ilgili tartışmasından çok etkilendi. Seyahat boyunca gezdiği yerlerde gördüğü hayvan ve bitki türleri onu büyüledi. 1838'de doğal seçim kuramını oluşturdu ve sonraki yirmi yılı evrim fikrini keşfetmeye adadı. Tahmin edildiği gibi bu Hıristiyan kilisesi mensuplarından öfkeli tepkiler aldı.

1839'da Darwin, kuzeni Emma Wedgwood'la evlendi, on çocukları oldu. Darwin doğal dünyayla ilgili birçok kitabın yazarı olarak çok ünlü oldu. Mezarı Londra'da, Westminster Abbey'dedir.



Bakterileri İncelemek: Ferdinand Cohn

Antonie van Leeuwenhoek'un 1670'lerde keşfettiği bakteriler Avrupa'nın kral ve kraliçelerinin merakını uyandırmıştı. Ancak bu küçük, tekhücreli mikroorganizmalar (birkaç mikrometreden daha uzun değillerdir ki bu bir tel insan saçının çapının küçük bir kısmına denk gelir) 200 yıl daha tam anlamıyla anlaşılamayacaktı.

Ferdinand Cohn, farklı tür bakterilerin varlığını fark eden ilk kişilerden biriydi ve 1872'de bakterileri dört gruba ayırdığı sınıflandırma sistemini yayımladı. Bu gruplar; sphaerobacteria (yuvarlaklar), microbacteria (kısa çubuk şeklindekiler), desmobacteria (daha uzun çubuk ya da iplik şeklindekiler) ve spirobacteria (vida ya da sarmal şeklindekiler) idi. Farklı tür bakterilerin farklı özelliklere sahip olduğu keşfi, bakterinin enfeksiyonlara neden olabildiği fikrini ortaya koyma konu-

sunda çok önemliydi. Cohn'un desteğiyle Robert Koch şarbon, kolera ve tüberkülozun bakteriyel nedenlerini bulacaktı.

Cohn 1876'da "*Basilus subtilis*"in tüm yaşam döngüsünü tanımladı. Bu bakteri formlarının ısıya maruz kaldığında endospor haline geldiğini ispat eden ilk kişi oldu. Pek çok bakteri kaynatılarak öldürülebilir, ancak endosporlar ısıya dayanıklıdır; çevresel koşullar tekrar olumlu hale geldiğinde (örneğin ortamın oda sıcaklığına dönmesi) sporlar yeni bir basil oluşturmaya başlar. Endosporlar günümüzün gıda endüstrisinin sorunudur; onları yok ederken ya da endospor oluşturan bakterilerin büyümesini durduracak muhafaza yöntemleri kullanılırken dikkat edilmelidir.



Ferdinand Cohn (1828-1898)

Alman-Yahudi kenar mahallesi olan Braslau, Silesia'da (günümüzde Wroclaw, Polonya) doğan Ferdinand Cohn dahi bir çocuktuk; iki yaşında bile değilken okuyabiliyordu, on dört yaşındayken üniversiteye gidiyordu. Ancak ilk diploması Yahudi kökeni dolayısıyla verilmedi ve Berlin'de büyük bir olasılıkla yine Yahudi kökenli olmasından ötürü öğretmenlik yapamadı.

Cohn'un mikroskobik dünyaya olan ilgisi başarılı bir tüccar olan babası ona pahalı, yüksek kalite bir mikroskop verdikten sonra başladı. O dönemde on dokuz yaşına gelen Cohn, botanik alanında doktora sahipti ve Breslau Üniversitesi'nde görev yapmaktaydı. Yeni mikroskobu kıymetli araştırma gereçlerinden biri haline geldi. 1859'da botanik alanında doçent doktor

oldu. 1870'lere gelindiğindeyse dersleri pek çok öğrenci ve genç bilim insanının ilgisini çeken, zamanının en önemli bakteriyoloğu olmuştur. Günümüzde bakteriyoloji bilimini kuran kişi sayılıyor.



Genetiğin Babası: Gregor Mendel

Avusturyalı botanikçi ve keşiş Gregor Mendel (1822-1884) kalıtım üzerine çalışmalarına başlamadan önce hiç kimse hücrelerin içindeki küçük birimlerin (günümüzde gen olarak adlandırılıyorlar) bir nesilden sonraki nesle insanların özelliklerini nasıl taşıdığını anlamıyordu.

Aristo bu özelliklerin bir sonraki nesle kan aracılığıyla taşındığına inanıyordu. Aynı şekilde, Fransız biyolog Chevalier de Lamarck (1744-1829) da zürafaların uzun boyunlu olma özelliklerini taşıyanın kan olduğunu düşünüyordu. İnsanlar çocuklarda hangi özelliklerin ortaya çıktığına şaşıırıyordu. Popüler bir görüşe göre çocuğa ebeveynlerinin özelliklerinin karışımı miras kalıyordu; örneğin ebeveynlerinin biri uzun biri kısa boylu olan bir çocuğun boyu ikisinin arasında bir yerde oluyordu. Ancak bu, zaman içinde çocukların boy konusunda ortalama bir değerde birleşeceğini ifade edecekti ve şüphesiz durum böyle değildi.

Mendel bu gizemi çözmek istiyordu, ancak ailesi çiftçi olduğu için eğitime ayrılan para sınırlıydı. Parası bittiğinde Brno'da (günümüzde Çek Cumhuriyeti sınırlarındadır) bir Augustinus manastırına girdi ve burada başrahip onun üniversite eğitimini destekleyip manastır bahçesinde bitki

deneyleri yapması konusunda da cesaretlendirdi. Mendel sekiz yılını yüz binlerce yaygın bahçe bezelyesini ekip biçerek ve çaprazlayarak geçirdi, yüz binlerce bezelyeyi tek tek saydı ve sınıflandırdı. Kalıtsal özelliklerin ana bitkilerden yavru bitkilere nasıl aktarıldığını görmek istiyordu.

Bitkilerin her neslinde sap uzunluğu, çiçeğinin rengi (mor ya da beyaz) ve tohumunun rengi (yeşil ya da sarı) gibi özellikleri karşılaştırdı ve yavru bitkilerin her zaman bu özelliklerden birine ya da diğerine sahip olduğunu, bir karışım gerçekleşmediğini keşfetti. Örneğin çiçekler her zaman mor ya da beyazdı, mor ve beyazın karışımı olan başka bir renk değil.

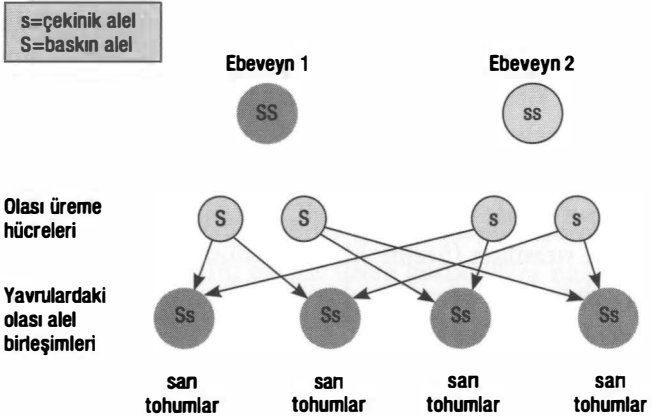
Daha sonraki nesilleri ekip biçerek iki özellikten birinin baskın olduğunu gördü. Örneğin ilk yavruda tohumların hepsi sarıyken (baskın öge) ikincisinde tohumlar ezici bir çoğunlukla, 3:1 oranında sarıydı. Bu oran peşi sıra gelen nesillerde de görüldü. Vardığı sonuçlar (1866'da yayımlanmıştı) "Mendel'in Yasaları" olarak bilinir. Bezelye bitkileri üzerinde deneyler yapmış olmasına rağmen bu kuramların tüm canlılar için geçerli olduğunu söyledi. Ayrılma yasasına göre ebeveynlerden yavruya rastlantısal bir şekilde geçen baskın ve çekinik özellikler olduğunu ortaya koydu ve bunun, kalıtsal özelliklerin ebeveynlerin özelliklerinin bir karışımı olduğu görüşünün yerini almasını sağladı. Bağımsız dağılım yasası özelliklerin ebeveynlerden yavruya, diğer özelliklerden bağımsız olarak geçtiğini söylüyordu. Örneğin mor çiçekli bir bezelye bitkisinin sarı bezelyelere sahip olma olasılığı, yeşil bezelyelere sahip olma olasılığından az ya da çok değildir.

Mendel'in yasalarını modern terimlerle açıklarsak, örneğin bezelye rengi gibi belirli bir özelliğin geni, baskın ya da çekinik olabilen farklı şekillerle ya da aleller* olarak ortaya

* Alel: Belirli bir özelliği belirleyen bir genin değişik halleri.

çıkabilir. Mayoz bölünme sırasında üreme hücrelerinin oluşumunda her özelliğe sahip alel çiftleri ayrılır, böylece her üreme hücresi o özelliğe sahip bir alel taşır. Döllenme sırasında tek alel taşıyan üreme hücreleri rastlantısal bir şekilde birleşir ve yavru her ebeveynden bir alel alır. Özelliğin yavruda “görünüp görünmemesi”, alellerin baskın ya da çekinik olup olmasına bağlıdır. Baskın aleller farklı bir alelle birleştiklerinde bile özelliklerini gösterirken çekinik aleller özelliklerini yalnızca özdeş bir alelle bir araya geldiklerinde gösterir. Kistik fibroz gibi kalıtsal rahatsızlıklara “çekinik” bir alel neden olur, bu da rahatsızlığın her iki ebeveynden de alındığı anlamına gelir.

Mendel’in elde ettiği, yaşarken büyük ölçüde kabul görmeyen sonuçlar yirminci yüzyılın başlarında yeniden keşfedildi ve devrimci bir bilim olan genetiğin temelini oluşturdu. Mendel’in kalıtım yasasının bilim insanlarının evrim, biyokimya, tıp ve tarım dahil olmak üzere pek çok konuyu kavrayışları üzerinde çok büyük etkisi olmuştur ve bu yasa, genetik mühendisliği gibi modern bilimlerin temelini atmıştır.



1. Mendel'in ilk çaprazlaması: Yeşil tohum alelleri (çekinik) taşımalarına rağmen tüm yavruların sarı tohumları var.

s=çekinik alel
S=baskın alel

Ebeveyn 1

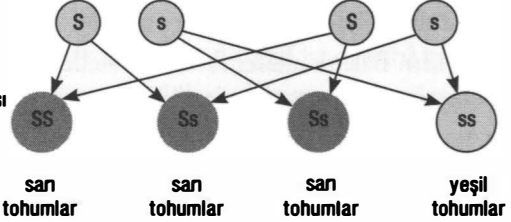


Ebeveyn 2



Olası üreme
hücreleri

Yavrulardaki olası
alel birleşimleri



2.Mendel'in ikinci çaprazlaması: Yavruların çoğunun 3:1 oranında sarı tohumları var. Dörtte birinin yeşil tohumu bulunuyor.

Çığır Açan Genetik: Thomas Hunt Morgan ve Barbara McClintock

Gregor Mendel'in çalışmalarının devamını getiren Amerikalı biyolog Thomas Hunt Morgan (1866-1945) meyve sineği üzerindeki deneyleri sonucunda kromozomlara dayanan kalıtım kuramının geliştirilmesinde rol oynadı. Bu kurama göre genler kromozom olarak bilinen, iplik benzeri protein yapılarının içinde bulunan gerçek, fiziksel maddelerdi. Mayoz bölünme sırasında (üreme hücresi bölünmesi) kromozomlar birbirleriyle bazı parçaları alışveriş eder; bu sürece genetik rekombinasyon denir.

Genetik bilginin yeniden düzenlenmesi, genetik çeşitliliğin sürdürülmesi için gereklidir. Bu, ebeveynler ve yavrular arasında gördüğümüz farklılığı açıklar ve her neslin, doğal

seçilim için yeni genetik kombinasyonlara sahip olmasını sağlar ve çevreye en iyi şekilde uyum sağlayanları gözetir. Eşeysiz üreyen organizmaların böyle bir avantajı yoktur, onlar bunun yerine çeşitliliklerini sağlaması için dönemsel mutasyonlara güvenirler ancak bu, çevrelerindeki ani değişimlere karşı onları daha az duyarlı yapar.

Morgan, Mendel'in dikkat etmediği bir şeyi de gösterdi: Aynı kromozomun üstünde birbirine yakın olan bazı genler ("bağlı genler" olarak bilinir) birlikte alınabilir, diğer bir deyişle Mendel'in bağımsız dağılım yasası her zaman geçerli değildir. Bağlı genler renk körlüğünün aynı ailede nesillerce görülmesi gibi durumları açıklar.

Morgan'dan yirmi yıl sonra Amerikalı bilim insanı Barbara McClintock (1902-1992) araştırmalarında mısır bitkisinin genetik materyaline odaklandı. Ebeveyn ve yavru bitkilerin kromozomlarını karşılaştırdığında kromozomların o bölümlerinin pozisyon değiştirebildiğini gördü ve bu, genlerin kromozom üzerinde sabit bir konumda durduklarını kabul eden kuramın aksini ispatlıyordu. Bu "yer değiştirebilen elementler" ya da "transpozonlar", kromzomlarda saklanan genetik komutlarda mutasyonlar ya da kalıcı değişiklikler yaratabiliyor.

McClintock'un nc araştırması, kromzomların yapısındaki değişimlerin hücrelerin normal gelişim ve fonksiyonunu yöneten ve hücre içinde bulunan komutları etkileyerek sorunlara ve kanser de dahil olmak üzere hastalıklara nasıl neden olabildiğini gösterdi.

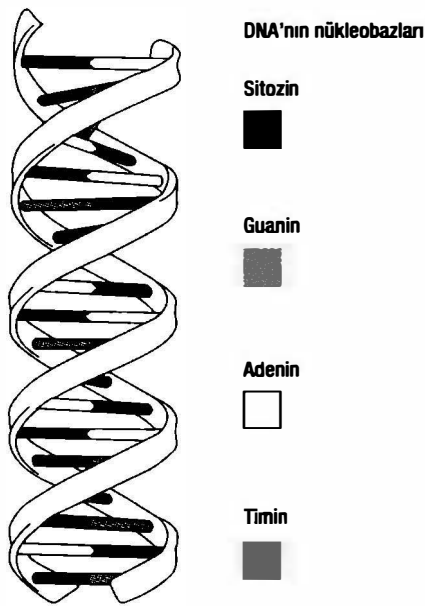
DNA'nın Gizemlerini Çözmek: Francis Crick ve James Watson

DNA ilk olarak İsviçreli biyolog Johannes Friedrich Miescher (1844-1895) tarafından 1871'de tanımlandı; ancak yaşam için gerekli bu molekülün yapısı sonraki seksen yıl boyunca gizemini koruyacaktı. DNA molekülleri bitki ve hayvan hücrelerinin çekirdeklerinde bulunan kromozomların ana bileşenidir ve fonksiyonu canlı organizmaların genetik komutlarını ya da kalıtsal bilgilerini saklamaktır.

Genler, DNA'nın kısa bölümleridir. 1950'lerin başında İngiliz fizikçi Francis Crick (1916-2004) ve Amerikalı genetik bilimci James Watson (d. 1928) o dönemlerde gizemini koruyan DNA yapısını keşfetmek için diğer araştırmacılarla bir yarışa girdi. DNA moleküllerinin daha basit dört farklı türden (nükleotidler olarak adlandırılır ve bunlar adenin, sitozin, guanin ve timindir) oluştuğu biliniyordu. Aynı zamanda guanin miktarının sitozin miktarına ve adenin miktarının timin miktarına eşit olduğuna dair kanıt da vardı.

İki arkadaş, her nükleotidin yapay modellerini kullanarak bunların nasıl bir arada durduğu üzerine kafa yordular. Watson çok geçmeden yalnızca belirli bir şekilde eşleştirilmiş olabileceklerini fark etti: Adenin timinle ve sitozin guaninle. Maurice Wilkins (1916-2004) DNA'nın Rosalind Franklin'e ait (1920-1958) X ışını resimlerini Rosalind'in haberi olmadan onlara gösterdi ve resimlerde başka çok önemli bir ipucu buldular. Resimler, DNA'nın sarmal bir yapıya sahip olduğu izlenimini uyandırıyordu.

Bu bilgiyle beraber iki arkadaş iki paralel ipin, çift sarmal görüntüsünü vermesi için hafifçe bükülmüş halini ortaya attılar. Nükleotid çiftleri, iki zinciri bir merdivenin basamakları gibi bağlıyordu.



DNA çift sarmalı

1953'te sundukları DNA modelinde olası kopyalama mekanizması ve nesilden nesle kalıtsal bilginin aktarımı vardı. Nükleotidler belirli bir şekilde eşleşebilir; böylece bir zincirdeki nükleotid dizisi, hücre bölünmesinde yeni tamamlayıcı zincirin oluşması sırasında bir şablon görevi görür.

Watson 1980'lerde İnsan Genom Projesi'nin (HGP) başına geçti. Bu uluslararası proje, insanın tüm genetik şifresini (genom) çözmeyi hedefliyor. 2000'de kamu tarafından finanse edilen HGP ve Amerikalı genetik bilimci ve iş adamı Craig Venter'in (d. 1946) kurduğu ticari araştırma şirketi genom diziliminin bir "taslağını" birlikte duyurdu. Tüm

dizilim 2003'te yayımlandı. İnsan genomu ya da bir insan hücreesindeki genleri temsil eden 3 milyon DNA harf dizisi ilk kez okunup doğru sıraya konmuştu. Günümüzde insan genomunda 20-25.000 civarında (şempanzelerinkinden birkaç tane fazla) gen olduğu biliniyor.

Bu sonuç belli bir bireyin genomundan değil, bir grup anonim bağışçının birleştirilmiş genomundan kaynaklanıyor. Tüm insanların eşsiz bir gen dizilimi vardır; bu sayede genetik parmak izi (1980'lerden beri adli tıp alanında kimlik saptamak için kullanılan kıymetli araç) kavramına sahibiz.

Riskli Genetik: Paul Berg

Amerikalı biyokimyacı ve moleküler biyolog Paul Berg (d. 1926) genetik materyalin bir organizmadan başka bir organizmanın genomuna yapay olarak katılmasını sağlayan bir yol buldu. Bu, bazıları tartışmalı olmak üzere pek çok uygulaması olan genetik mühendisliğinin başlangıcıydı.

Berg 1970'lerde hücrelerin neden kendiliğinden kanserli hale geldiğini araştırıyordu. Hücrelerin genleriyle hücresel biyokimyaları arasındaki etkileşimin sorumlu olduğunu düşünüyordu, dolayısıyla bunu, bir kanser hücrelerini bakteri gibi basit tekhücreli bir organizmaya dahil ederek inceleyebileceğine karar verdi. Bakteriye girebilen virüsü genetik materyalle birleştirebilirse, geni bakterinin içine sokabileceğini düşünüyordu. Maymunlarda kansere neden olan bir virüs (SV40) ve her yerde bulunabilen, çoğunlukla laboratuvarlarda kullanılan koli basili bakterisiyle çalışmayı seçti.

Berg'ün "kes-ekle" yöntemi, enzimin bakteri yutarın DNA'sının çift sarmalını tam istediği yerden kesmesini

sağladı. Ardından sarmallardan birine bölümler ekleyerek SV40 virüsünün bir DNA'sının benzer biçimde işlenmiş bir parçasına bağlanmaya hazır, uzun bir uç oluşturmaya için farklı bir enzim kullandı. Ardından iki molekülü başarılı bir şekilde birleştirerek melez bir "rekombinant DNA molekülü" yarattı.

Berg bu noktada araştırmayı gönüllü olarak durdurdu. Kolibasili bazen, insan hastalıklarına neden olanlar da dahil olmak üzere başka bakteri çeşitleriyle genetik materyal alış-verişi yapabilir. Eğer melez DNA'sını bakteriye koyduğunda kaçıp yayılırsa sonucu tahmin edemeyeceğini, ancak bunun tıbbi bir felakete neden olabileceğini fark etti.

Berg 1974'te tehlikeler hesaplanabilinceye kadar genetik mühendisliğinde bir erteleme istedi. Bir sonraki yıl, tüm dünyadan 100 bilim insanının katıldığı bir konferansta yönergeler kabul edildi ve genetik olarak değiştirilmiş organizmaların laboratuvarlardan kaçtıkları durumda insan vücudunda hayatta kalabileceği deneylere yasak getirme konusunda anlaşıldı.

Gen tedavisi ve tartışma yaratan genetiği değiştirilmiş besinler, rekombinant DNA'nın doğurduğu sonuçlardan bazıları. İnsülin, büyüme hormonu (bir bireyde büyümeyi düzenleyen hormon) ve bazı antibiyotikler artık bu teknik kullanılarak yapılıyor.

Berg biyokimya ve genetik mühendislik alanlarındaki çalışmaları ve sorumlu bilim konusundaki duruşuyla tanınır.

RNA'nın Katalitik Özellikleri: Sidney Altman

Kanadalı-Amerikalı moleküler biyolog Sidney Altman (d. 1939) araştırmasına başladığında, DNA'nın ya da genetik

bilginin canlı hücrelere, bir organizmanın büyüme sürecini öğretmek için nasıl iletildiği net değildi. Standart görüşe göre RNA (ribonükleik asit) gibi nükleik asitler, genetik kodları DNA'dan alıp taşıyarak enzimlerin oluşumunu tetikliyor, dolayısıyla hücrelerdeki yaşamsal biyolojik ve kimyasal tepkimleri harekete geçiriyordu.

Altman ve ekibi RNA'nın kendisinin biyokimyasal gelişimin katalizörü olduğunu, dolayısıyla RNA'nın bir enzim gibi davranabildiğini keşfetti.

Altman ve Thomas R. Cech'in (d. 1947) çalışması yaşamın nasıl başladığı ve geliştiğine ilişkin kavrayışımıza katkı sağladı. Nükleik asitlerin yaşamın temel yapıtaşları olduğunu ve hem genetik kod hem de enzim olarak davrandıklarını gösterdiler.

RNA'nın hareketlerinin keşfinin önemli ve iyimser tıbbi sonuçları bulunuyor. Bir gün enzimler, kanser ya da AIDS hastalarının genetik materyallerinin enfeksiyonlu ya da düzensiz dizilimlerine uygulanabilir.

Çevre İçin Mücadele Etmek: Rachel Carson

Amerikalı biyolog, çevrebilimci ve bilim yazarı Rachel Carson, tarım ilacı kirliliğinin doğal yaşam üzerindeki yıkıcı etkilerini güçlü bir şekilde gösteren kitabı *Sessiz Bahar*'la dünya çapındaki modern çevre hareketine neredeyse tek başına başladı. Onun "uyarısı", doğal kaynakları koruma ve vahşi hayat organizasyonlarını bir araya getirdi ve yeni nesil çevre aktivistlerine ilham kaynağı oldu.

Carson yalnızca bir yabancı ot, böcek ya da bitki ve hayvan zararlısı öldürmek için yapılan tarım ilaçlarının diğer türlerin

besinlerini zehirleyebildiğine, bazen de kullanıldığı alandaki tüm böcekleri, kuşları, balıkları ve vahşi yaşamı öldürerek toprakta kalıcı etkiler yarattığına işaret eden ilk bilim insanıydı. Carson bu kimyasalları “biyosidler” olarak adlandırdı ve 1940’lardan itibaren bitki ve hayvan zararlılarını ya da yabani otları öldürmek için geliştirilen ve ABD’de kamu kullanımı için birçok yerde mevcut olan 200 adet kimyasalı tanımladı.

Bütüncül kavramlara öncülük eden Carson, insanların da doğanın bir parçası olduğunu ve sağlığımızın zararlı çevresel uygulamalar yüzünden diğer türler kadar zarar gördüğünü vurguladı. Tarım ilaçlarının, insanların besin zincirine bulaşabildiğini gösterdi.

Carson tarımda kimyasalların kullanımına karşı değildi; ancak yeni geliştirilen tarım ilaçlarının uzun dönemde ortaya çıkabilecek etkileri bilinmiyorken onların rastgele ve geniş ölçüde kullanılmasının bilimsel ve ahlaki açıdan yanlış olduğunu savunuyordu. Nükleer atıkların denize atılması gibi uzun dönem etkileri konusunda araştırma eksikliği olduğuna ve “şimdi yapılan hataların tüm zamanları etkileyeceğine” dikkat çekti.

Tarım ilaçları üzerine yaptığı çalışma, ABD hükümetini konuyu incelemesi için zorlayan toplumsal bir tartışmayı tetikledi. Sonuç olarak 1963’te bir federal danışma komitesi tarım ilaçlarının rastgele kullanımının doğurabileceği potansiyel sağlık tehditleri konusunda araştırma yapılmasını istedi.

Sonunda DDT de dahil olmak üzere birtakım yapay tarım ilaçları ABD’de yasaklandı ve başka pek çok ülkede de kullanımlarına kısıtlamalar getirildi. Carson ABD’deki Çevre Koruma Örgütü’nün kurulmasının ardındaki ilham kaynağıydı. “Ekosistem” gibi günlük dilin parçası haline gelmiş birtakım kavramları toplum bilincine yerleştirdi.



Rachel Carson (1907-1964)

Pennsylvania'da, nehir kıyısında küçük bir kasaba olan Springdale'de büyüyen Rachel Carson, annesi tarafından doğal yaşamın değerini bilmesi konusunda teşvik edilmişti. Deniz biyoloğu, ardından çevre bilimci olduğu kariyeri boyunca çalışmaları, hem ömrü boyunca süren bir ilgi alanı hem de hobi olarak yaptığı bir iş oldu.

İngilizce, ardından da zooloji eğitimi aldıktan sonra birkaç yılını ABD Su Ürünleri Ofisi'nde, sonrasında da Balık ve Doğal Yaşam Servisi'nde tam zamanlı profesyonel bir iş elde eden ikinci kadın olarak geçirdi. Dünyayı endüstriyel ve tarımsal kirliliğin zararları konusunda uyandıran kitap olan *Sessiz Bahar*'ı yazmak için işini bıraktı. Kitabın adı, yapay kimyasal tarım ilaçları kullanımının sonucu olarak doğadan mahrum, anormal bir şekilde sessiz bir bölgeye atıfta bulunuyor.

Carson Amerikalıların bilimin yalnızca iyilik sağlayan bir güç olduğuna inandığı bir dönemde çalışmalarını sürdürdü, bilimsel ilerlemenin çevreye zarar verdiğini ispat etmesi çok şaşırtıcıydı.

Çevre kirliliği ve insan sağlığı arasındaki ilişki üzerine yapılan bilimsel çalışmalara ilham verdi. Korkunç bir ironi olarak, ölümüne neden olan göğüs kanseri o dönemden beri bazen çevre kirliliğinin neden olabildiği bir kanser olarak tanımlanıyor.



İnsanoğlu ve Tıp



Bilinmeyenle karşı karşıya gelen tarih öncesi insanlar şifa için ruhani ayinler ve büyücü hekimlere başvurmuş olabilir; ancak aynı zamanda şifalı otların faydalı, sağlıklı kullanımlarını ve ilmini kuşaktan kuşağailetmişlerdir. Defin kalıntılarından ölü vücudun hazırlandığı ve ayin yapıldığı anlaşılıyor, bu da kemik yapısı ve iç organlarla ilgili bilgileri olduğunu gösteriyor. Bazı kalıntılardan ameliyat bile yaptıkları anlaşılıyor. MÖ yaklaşık 10.000 yılından kalan kalıntılarda trepanasyon (baş ağrılarını ya da zihinsel hastalıkları hafifletmek için kafatasına delik açma uygulaması) izleri bulundu.

İlk tıbbi sistemler Çin ve Hindistan'da bulunuyordu; ancak belgelenmiş en eski tıbbi uygulamalar antik Mısır'dadır ve bunlar, hastalıklar için ruhsal tedavilerde önemli ilerlemeler olduğunu göstermektedir. Antik Yunanlar bu ilmi özümsemi ve kısa zaman içinde vücudun kontrol merkezinin, Mısırlıların düşündüğü gibi kalp değil beyin olduğunu anladı.

Roma İmparatorluğu'nun çöküşünden sonra Avrupa ortaçağa girdiğinde kilise, insan bedenlerinin parçalanıp incelenmesini yasaklayarak tıbbi gelişimin durgunlaşmasında rol oynadı; yine de bu dönemde sürekli savaşmanın bir sonucu

olarak cerrahların becerileri sınanıyordu. Sonuçta Arap dünyası vasıtasıyla taşınan antik tıbbi ilim Avrupa'da yeniden ortaya çıkacak ve mikropların hastalıklara neden olduğunun keşfiyle çığır açan bir tıbbi buluş döneminin habercisi olacaktı.

Bilinen İlk Tıbbi Uygulamalar: Antik Mısır

MÖ yaklaşık 1800'lü yıllara ait papirüs belgeler bize, antik Mısır'daki şaşırtıcı derecede ileri tıbbi uygulamaları gösteriyor. *Odyseia*'da (MÖ 700?) Homeros, "Mısırlılar, tıpta diğer tüm alanlarda olduklarından daha yetenekliydi," diye yazmıştı ve MÖ 440 yılı civarında Mısır'a seyahat eden Yunan tarihçi Herodot, hekimlerinin mükemmel bir ünleri olduğunu ve başka hükümdarlar tarafından beğenildiklerini yazmıştı.

Mısırlılar yaşamı tanrıların yarattığına ve kontrol ettiğine, kötü tanrılarla şeytanların, tıpkı Nil Nehri'ndeki bir tıkanıklığın ekinlere zarar vermesi gibi vücudun işleyişini etkilediğine ve "kanallarını" tıkayarak hastalıklara neden olduğuna inanıyordu. Onlara göre merkezdeki kalbin denetiminde, vücuttaki kanallar hava, su ve kan taşıyordu. Kalp, zihin merkeziydi ve gereğine uygun şekilde işliyordu; mumyalama sırasında beyin, demir bir kancayla burun deliklerinden çıkarılarak kafatası boşaltılırken kalp, öbür dünyaya hazırlık amacıyla cesedin içinde bırakılıyordu.

Şifacılar vücut kanallarındaki engelleri kaldırmak üzere eğitiliyordu; hastaları inceliyor, teşhisler koyuyor, tıkanıklık için laksatif, sağlıklı yaşam için dengeli bir diyet gibi öneri ve pratik tedaviler sunuyorlardı. Kayıtlı pek çok tedavi etkisizdi ancak örneğin küf türleri dahil olmak üzere bazıları hastada

enfeksiyona neden olma riskine rağmen bir tedavi sağlayabilirdi.

Mısırlı şifacılar aynı zamanda kırık kemikleri onarıp yaraları dikebiliyor ve bandajlayabiliyordu; yalnızca bitkisel antiseptikleri vardı, dolayısıyla ameliyat riskli olurdu, çok acı verici olması da cabası.

Antik Yunan’da Akılcı Bir Bilim Dalı Olarak Tıp: Alkmaion ve Hipokrat

Mısır’daki tıbbi ilim, kendi inanış ve tıbbi sistemlerini geliştirmeye başlayan antik Yunanlara aktarılmıştı.

Krotonlu Alkmaion (MÖ beşinci yüzyıl), anatomik bölümlendirmenin ilk öncülerindendi. Hayvanları parçalarına ayırıp beyin algıları kontrol ettiğini keşfetti ve kalbin değil, beyin algı ve düşünce kaynağı olduğu sonucuna vardı. Hipokrat (MÖ 460-370?) hastalıkların belirtilerini din, büyü ve batıl inançlardan ayıran ilk insan oldu ve bu ona “Tıbbın Babası” unvanını kazandırdı. Hastalıkların çevre kaynaklı olduğuna ve belirtilerinin vücudun hastalığa verdiği doğal tepkiler olduğuna inanıyordu. Hekimlerin davranışları, profesyonellikleri ve hayatları koruma sorumluluklarıyla ilgili ilkeleri, günümüzde tıp öğrencilerinin ettiği Hipokrat yemininin temelidir.

İstanköy Adası’nda doğan Hipokrat antik Yunanistan’ı gezerek hastalıkların tanrıların verdiği cezalar olduğu konusundaki yaygın görüşe karşı tıp ilmini uyguladı ve başkalarına öğretti. Hipokrat, hastalıkların dört bedensel sıvıdaki dengesizliğin bir sonucu olduğunu öğretti: “İnsan vücudunda kan, balgam, sarı safra ve kara safra vardır. (...) Bu sıvılar saye-

sinde hasta olduğunu hisseder ya da sağlıklı oluşunun keyfini çıkarır. Tüm sıvılar uygun bir şekilde dengeli ve iç içe olduğunda insan kendini sapaşğlam hisseder. Hastalık, sıvılardan birinin miktar olarak çokluğu, azlığı ya da vücutta hiç bulunmamasından dolayı gerçekleşir,” demişti.

Hipokrat, vücudun belli “kriz” noktalarında, hastalık ilerlerken hastanın doğanın iyileştirici gücüyle bu dengeyi yeniden sağladığı ya da durumunun kötüye gittiği zamanlar olduğunu düşünüyordu. Hekimlere hastaları için temiz, bakımlı, dürüst, kibar, sakin, anlayışlı ve ciddi olmaları; çalışanlara araç gereç ve tekniklerle ilgili belirli ilkelere uymaları, net ve doğru bir şekilde kayıt tutmaları için yol gösterdi; bunlar günümüzde de uyulan ilkelerdir.

Antik Yunanistan’da tıp, Knidiyan ve Koan (Hipokratik) okullar arasında paylaşılmıştı. Knidiyan’ın teşhise odaklanması, insan vücuduyla ilgili pek çok yanlış varsayıma dayanıyordu (İnsan vücutlarının incelenmesini yasaklayan Yunan tabusu, insan anatomisi ve fizyolojisi hakkında çok az bilgi olduğunu gösteriyordu). Buna karşın hasta bakımı, genel teşhisler, hastalıkların olası rotaları ve istirahat gibi müdahalesiz tedavilere odaklanan Hipokratik strateji çok daha başarılı oldu.

Roma Döneminde Tasnif ve Anatomi: Galen

Galen, Roma dünyasında tıp standardını oluşturdu. Roma İmparatorluğu’nun bir parçası haline gelmiş olan antik Yunan kenti Bergama’da yaşıyordu. Onun ardından Bergama ikinci yüzyılda Akdeniz dünyasında tıbbın merkezi oldu, Galen’in görüşleri on yedinci yüzyıla kadar Ortadoğu ve Avrupa’da yaygınlaşacaktı.

Galen Hipokrat'ın vücut sıvıları kuramını benimsedi ve buna, sıvılardaki dengesizliklerin vücuttaki belirli organ ya da yerlerde olduğunun saptanabileceği fikrini ekledi. Bu fikir doktorlara teşhis koyabilmeleri ve vücudun dengesini yeniden sağlamak amacıyla ilaç yazmalarında çok yardımcı oldu.

Galen hayatının büyük bölümünde tıbbın temeli olduğunu anladığı anatomiye odaklandı. Roma yasalarına göre insan cesetlerinin parçalarına ayrılması yasaktı, o da domuz, koyun, maymun ve diğer hayvanlar üzerinde deneyler yaptı; ancak bu, zaman zaman rahim tanımında (bu tanımları sadece köpekler için geçerliydi) olduğu gibi hatalar yapmasına neden oldu.

Bir domuzun omuriliğini gövdesinden ayırıp gırtlığın sinirini bağlayarak beynin sesi nasıl kontrol ettiğini, idrar yolunu bağlayarak idrar torbası ve böbreklerin işlevlerini öğrendi. Vücutta üç tane birbiriyle bağlantılı sistem olduğu sonucuna vardı. Bunlar; beyin ve sinirler, kalp ve arterler, ciğer ve damarlardı ve her biri farklı işlevlerden sorumluydu.

Denemekten hiç korkmayan Galen beyin ve göz üzerinde bazı ameliyatlara yaptı. Bunlardan biri antik bir yöntem olan, uzun bir iğne kullanılarak kataraktın alınmasıydı; bu yöntem ancak lens kapsülünün bozulmadan kalabildiği durumda başarılı olabilirdi, aksi takdirde gözü tahrip edip enfeksiyona neden oluyordu. Bu ameliyatlara anatomik konumlar ve lensin işlevine ilişkin bunca hatalı bilgiyle yapılabilmesi dikkate değerdi. Ancak Galen'in böyle bir prosedürü uygulama konusunda diğerlerinden daha fazla bilgisi vardı ve cerrahi uygulamaları Hipokrat'ın katı ilkelerine de uyuyordu.

Dokuzuncu yüzyılda Galen'in pek çok kitabı Arapçaya çevrildi ve Arap tıbbının gelişimini etkiledi, sonra Latinceye tekrar çevrilerek Avrupa'nın karanlık yılların durağanlığından

çıktığı dönemlerde tıp bilimine talebin alevlenmesine yardımcı oldu. Tedavi olarak damardan kan alımını vurgulaması 1800'lere kadar sürdü ve standart nabız ölçümünü gösterdi.

Galen'dan bin yıl sonra, ortaçağ Avrupa'sında insanların parçalarına ayrılması yasağı devam ediyor olsa da İtalyan Leonardo da Vinci (1452-1519) Floransa ve Roma'daki hastanelerden insan cesetlerini inceleyebilmek için özel izin aldı. Mükemmel çizimleri, daha önce bilinmeyen anatomik ayrıntıları ortaya çıkardı. Yayılmış olsalardı ortaçağ bilimini ve tıptaki gelişmeleri hızlandırabilirdi; ancak Avrupa Leonardo'ya hazır değildi. İnsan vücudu ve vücudun işlevlerinin tıp üzerinde gerçek bir etki bırakması 200 yıl boyunca gerçekleşmeyecekti.



Galen (MÖ 129?-216?)

Galen, zengin bir mimarın oğluydu. Tıp tanrısı Asclepius'un ünlü tapınağının bulunduğu Bergama'da iyi bir tıp eğitimi aldı. Daha sonra bir gladyatör okulunda doktor olarak çalıştı ve açık yaralarla fiziksel travma hakkında pek çok şey öğrendi.

Hırslı ve zeki olan Galen 162 yılında Roma'ya taşınarak Marcus Aurelius, Commodus ve Septimius Severus gibi imparatorların doktoru oldu.



Arap Dünyasında Tıbbın Altın Çağı: Râzî

Roma'nın çöküşünden sonra Avrupa zayıflarken, Müslüman ülkeler bilimsel, kültürel ve ekonomik ilerlemelerin yaşandığı bir altın çağ geçirdi. İran'da, Râzî (854-925?) adıyla bilinen Müslüman bir doktor, Hipokrat'ın İslam dünyasındaki dengi oldu; gerçi büyük antik Yunan hekimin otoritesine meydan okumaktan da çekinmiyordu. Râzî, hastalıkların organik nedenleri olduğunu ve büyü, kader ya da doğaüstü güçlerden kaynaklanmadığını gösterdi; aynı zamanda ona "Pediatriğin Babası" unvanını kazandıran, çocuk hastalıkları üzerine ilk kitabı yazdı.

Râzî kariyerine sarraf olarak başlamıştı, aynı zamanda müzisyen ve simyacıydı. Tıbbı ilgisi, bir simya deneyinde yüzü yaralanıp görüşü zarar görünce başladı ve otuz yaşındayken o dönemlerde İslam biliminin merkezi olan Bağdat'ta tıp eğitimine başladı. Kısa zamanda ünlü bir doktor oldu, 100'den fazla tıbbi yazı yazdı ve o dönemlerde sıradan bir doğabilimi olarak kabul edilen simyaya olan ilgisi, şüphesiz doktorluğuna katkı sağlamıştı; çünkü tıbbı taşıdığı deneyiciliği ilk olarak simyada öğrenmişti.

Çiçek hastalığı ve kızamığın farklı hastalıklar olduğunu keşfettiği bilinen ilk doktordu; bazı ateşlenmelerin vücudun enfeksiyonla savaşmak için kullandığı savunma mekanizması olduğunu düşünüyordu. Hayvan bağırsağının dikiş ipi olarak bilinen ilk kullanımını gerçekleştirdi, alçıyı ilk kullanan kişi de oydu. Aynı zamanda tıp etiği ve insanların belirli doktorlara güvenmeyi seçmelerinin nedenlerini tartışan ilk doktorlardandı.

Râzî tedavilerin açıklanmasının bazen zor olduğu bir dönemde yaşadı. Bir öyküye göre, eklem yangısı yüzünden

sakatlanıp yürüyemeyecek duruma gelmiş bir reisi tedavi etmek için çağrılmıştı. Râzî hastayı sıcak duş ve bir ilaçla tedavi etmeden önce adamın en iyi atının kapıya getirilmesini emretmişti. Ardından bir bıçak çıkardı, adama küfretti ve onu öldürmekte tehdit etti. Reis ayağa fırladı ve doktora saldırdı; doktor ise canını kurtarmak için bekleyen ata binip kaçtı. Güvende olduğunu düşündüğü an reise tedavisinin vücut sıvılarını yumuşattığını, çözülmenin bitmesini hastanın öfkesine bıraktığını yazdı.

Râzî o kadar çok bağış yaptı ki, öldüğünde fakirdi. Bir efsaneye göre hayatının sonlarına doğru gözünde katarakt oluşmuştu; ancak tedavi olmayı, dünyayı yeterince gördüğünü ve yorulduğunu söyleyerek reddetti.

Ortadoğu Tıp Kitapları: İbn-i Sina

Buharalı (günümüzde Özbekistan sınırları içindedir) muhteşem bir ortaçağ filozofu, bilim insanı ve doktoru olan İbn-i Sina'nın *Tıbbın Kanunu* kitabı Mezopotamya ve Hindistan ilimleri ve kendi keşiflerinin yanı sıra eski uygarlıkların çok değerli tıbbi bilgilerini de içeriyordu. On dört ciltlik ansiklopedisi İslam ve Hristiyan dünyalarında standart bir ders kitabı haline geldi.

İbn-i Sina kariyeri boyunca deneysel tıp (inceleme, test etme ve kanıt olmadan başka birinin kuramını sorgusuz kabul etmeme) ihtiyacına vurgu yaptı. Yaklaşımını şöyle tanımlıyordu: “Tıpta hastalıkların ve sıhhatin nedenlerini bilmeliyiz. Sıhhat, hastalık ve bunların nedenleri bazen belli, bazen gizli olduğu ve belirtileri incelenmeden anlaşılmadığı için aynı zamanda sıhhatin ve hastalıkların belirtilerini de araştırmalıyız.”

Araştırmalarının arasında; bazı hastalıkların bulaşıcı doğası, çevre ve diyetin sağlık üzerindeki etkisi, su ve toprakta hastalıkların yayılması ve sinir sistemi hastalıklarının akıl hastalıklarına neden olması vardı. İlaçların klinik olarak araştırılmasını destekledi ve sonuçların kazara olmadığından emin olunması için yeterince büyük test gruplarının kullanılması gibi kuralları, günümüzden pek de farklı değildi. Aynı zamanda deneylerin hayvanlar değil insanlar üzerinde yapılması gerektiğine inanıyordu; çünkü “bir ilacın bir aslan ya da at üzerinde test edilmesi, bir insanda ortaya çıkaracağı etkiler hakkında hiçbir şey kanıtlamayabilirdi.”

Enfeksiyonların yayılmasını önlemek için karantina üzerine fikirleri vardı ve Antonie van Leeuwenhoek’un mikroskop kullanarak bakterileri keşfetmesinden yaklaşık 600 yıl önce mikroorganizmaların varlığı üzerine düşünüyordu. Cinsel hastalıklar, deri hastalıkları, insan gözünün anatomisi, yüz felci ve şeker hastalığını tanımladı. Belki de felsefe eğitimi sayesinde psikolojiye ve zihnin beden üzerindeki etkisini keşfetmeye ilgisi vardı. Ve en az bir ameliyat (bir arkadaşının safra kesesi ameliyatı) yaptığı biliniyor.

Ünlü ve gözde biri olmasına rağmen İbn-i Sina merhametliydi, ücret talep etmeden fakir hastaları tedavi ederdi.



İbn-i Sina (980?-1037)

İbn-i Sina on yaşına gelmeden Kuran’ı ve diğer klasik İslami metinleri ezberlemişti. Kısa süre içinde öğretmenlerini geçmiş, kendi tıp eğitimine başlamıştı ve henüz çok gençken Buhara sultanını başarılı bir şekilde tedavi etmişti.

Yaşadığı dönemler çalkantılı dönemlerdi ve İbn-i Sina'nın hayatı da siyasi belirsizliklerden derinlemesine etkilendi. Yalnızca Türk kavimler Orta Asya'daki İranlı hükümdarları yerlerinden etmiyordu, İran'daki yerel liderler de Bağdat merkezli Abbasi halifeliğinin merkezini yerinden ediyordu.

999'da Buhara'nın hükümdar ailesi Türk istilacılar tarafından devrildi ve İbn-i Sina, İran'da elbette macerasız geçmeyen uzun süreli bir gezintiye çıktı. Bir kaçırılma girişiminden, tutuklanma ve hapse girmekten kaçtı ve kılık değiştirdi. Bunlara rağmen felsefi makaleler yazdı ve yeterince uzun kaldığı yerlerde mesleğini yaptı.

Yaklaşık 1024 yılında İbn-i Sina, kendine Esfahan hükümdarının doktoru ve danışmanı olarak kalacak yer buldu ve hayatının geri kalanında da onun yanında kaldı.



Bitki Bilimciler: İbn el-Baytar, Garcia de Orta ve Manastırlar

Ortaçağ'da ilaçlar antik zamanlarda olduğu gibi genellikle bitkilerden geliyordu. İbn el-Baytar (1197?-1248) İslam altın çağı sırasında yaşamış önemli bir bitki bilimciydi. Bitkilerin tıbbi kullanımları ve özelliklerini anlattığı kapsamlı ansiklopedisinin Avrupa ve Ortadoğu'da yüzyıllar boyunca bir eşi olmamıştı.

İbn el-Baytar İspanya'da, Malaga yakınlarında doğdu; ancak Hristiyanların orayı yeniden fethetmesi bölgeyi karışıklığa itti ve binlerce Müslüman gibi o da göç etti. 1224'ten

kısa süre sonra Mısır'a yerleşti ve burada hükümdar Kamil bin Adil'in baş bitki uzmanı oldu; bu görevdeyken Filistin, Arabistan, Yunanistan, Türkiye, Ermenistan ve Suriye'den bitkiler topladı.

Bitkiler ve onların antik tıbbi kullanımlarına ilişkin inanılmaz bir hafızası vardı, yeni ilaçları "deney ve gözlemle" edinip ilaçlarını her zaman kapsamlı olarak test etti. *Book of Simple (Herbal) Remedies* (Basit (Bitkisel) Tedaviler Kitabı) kitabı, daha önceden bilinmeyen 200 bitkinin de dahil olduğu 1400 farklı bitkinin tıbbi ve genel özelliklerinin sistematik bir derlemesiydi. Daha sonraki bir çalışmasında tıbbi ilaçlara odaklanarak bitkileri, vücudun iyileştirebildikleri hastalıklarına (kulak, baş, göz vb. hastalıkları) göre listeledi.

Yahudi kökenli Portekizli bir Rönesans doktoru olan Garcia de Orta (1501?-1568) bir Portekiz sömürgesi olan Hindistan'ın Goa kentinde çalıştığı sırada bitki ilaçlarına deneysel bir yaklaşım uyguladı. Şifalı bitki ve ilaçlar üzerine yazdığı kitapla Avrupa'ya Hindistan'daki tıbbi bitkileri ve Doğu baharatlarını tanıtmış oldu; aynı zamanda kolera'nın (ince bağırsakta oluşan bulaşıcı hastalık) Asya'daki biçimi de dahil olmak üzere tropik hastalıklarla ilgili bilgi birikimini aktardı. Ortaçağ Avrupa'sında manastırlar eğitimin kaynağı olarak hizmet veriyor, keşişler de Arap, Yunan ve Roma dünyalarının antik çalışmalarını çevirmek ve kopyalamakla uğraşıyordu. Antik metinler arasında yaygın hastalıkların bitkisel tedavilerini keşfettiler ve gelişen tıp merkezlerine hammadde sağlamak için şifalı bitki bahçeleri oluşturdular. Köy şifacıları da hastalarına bitkisel ilaçlar verdiler, bazen kendi büyülerini de ekliyorlardı ancak bu çoğu zaman büyü-cülük suçlamalarına neden oluyordu.

Modern bilim insanları bazı antik bitkisel ilaçların nasıl

başarılı olduğunu gösterdi; örneğin 2000 yıl önce baş ağrılarını rahatlatmak için kullanılan söğüt kabuğunun içinde aspirinin aktif bileşeni olan salisilik asit vardır. Başka tedavilerin ise daha az başarılı olduğu kanıtlandı; örneğin ortaçağda kelliği tedavi etmek için kafa derisine soğan sürülüyordu. Bitkisel ilaçlar aynı zamanda 1346-1353 yılları arasında Avrupa genelinde, yük gemilerindeki farelerin üzerindeki pirelerle yayılan “Kara Ölüm” (veba) gibi salgın hastalıklar karşısında etkisiz kalmıştı.

On dokuzuncu yüzyılda kimyagerler aktif bileşim maddelerini bitkilerden çıkarmaya başladılar ve böylece kimyasal ilaç dönemi başladı. Günümüzde bunlar standart Batı tedavilerinde şifali bitkilerin yerini almış oldu, yine de bitkilerden elde edilen bileşimler hâlâ modern tıpta kullanılıyor.

Aşının Öncüsü: Edward Jenner

Antonie van Leeuwenhoek 1670’lerde mikroorganizmaları ilk kez gözlemlemesine rağmen insanların mikroorganizmaların (ya da “mikropların”) hastalıklara neden olduğunu anlaması uzun yıllar aldı. Bulaşıcı hastalıkların nedenlerini kontrol etme arzusu, bu organizmalar hakkında daha fazla şey öğrenme konusunda büyük bir teşvikti.

İngiliz bir cerrah ve doğa meraklısı olan Edward Jenner (1749-1823) insanların mikroplar ve hastalıklar arasındaki bağlantıyı anlamalarına yardımcı olan öncülerden biriydi ve aşılama üzerine yaptığı araştırmalar, tıpta bağışıklık bilimi olarak adlandırılan yeni bir sayfa açtı.

Jenner’in zamanında çiçek hastalığı en çok korkulan hastalıktı. Özellikle bebekleri ve küçük çocukları etkiliyordu ve

ölü sayısı çok yüksekti, kurtulanlarda korkunç bozulmalar oluşuyordu.

Meraklı bir zihin ve içgüdüyle kutsanmış Jenner, hayvanları etkileyen çiçek hastalıklarının insanda oluşan hastalıkla bağlantılı olduğuna inanıyordu ve bu bağlantının onu bir tedaviye götüreceğini umuyordu.

Hayvanlardaki çiçek hastalığına yakalanmış ve insanlardaki çiçek hastalığına karşı bağışıklık gösteren sütçü kız halk hikâyelerini duymuştu. 1796'da bu varsayımını sekiz yaşındaki James Phipps'e, Blossom adlı bir inekten çiçek hastalığı kapmış sütçü Sarah Helmes'in yaralarından elde ettiği iltihabı aşı aracılığıyla vererek uyguladı. Jenner, Sarah'nın kolundaki yaradan iltihabı doğrudan James'in dikişlerinden birine aktarmak için bir çubuk kullandı. Ateş ve genel anlamda rahatsızlık gibi ilk belirtiler dışında James Phipps çiçek hastalığına yakalanmadı. Jenner, aşının başarısını James'e çiçek hastalığı materyalini aşıyla aktararak test etti ve benzer sonuçlar elde etti; böylece bağışıklık kazandırmanın başarılı olduğunu ispatlamış oldu.

Kraliyet Topluluğu, her zamanki gibi tedbirli davranarak Jenner'ın çalışmasını böyle devrim niteliğinde bir bulguyu desteklemek için kanıtların yetersiz olduğunu belirterek birkaç yıl boyunca yayımlamadı. Kamu reddine rağmen Jenner, kendi on sekiz aylık oğlu da dahil olmak üzere hastalara aşı yapmaya devam etti. Sonunda çalışmasının ve aşısının sonuçlarının gerçekliği onu eleştirenleri alt etti.

Çiftçi Benjamin Jesty (1736?-1816) Edward Jenner'dan yaklaşık yirmi yıl önce, 1774'te ailesine hayvanlardaki çiçek hastalığına karşı başarılı bir şekilde aşı yapmış olmasına rağmen Jenner'ın benzer bulguları bağımsız olarak elde ettiği ve bunlara deneyleri ve açıklamalarıyla değer kattığı düşünül-

luyor.

Jenner'ın çığır açan çalışmasının bir sonucu olarak çiçek hastalığı, Dünya Sağlık Örgütü tarafından 1980'de ortadan kaldırılmış hastalık ilan edildi. Bir hastalığı dünyadan yok etmek kolay bir iş değil; şimdiye dek çiçek hastalığı, insanları etkileyen bulaşıcı hastalıklar arasında yok edilebilmiş tek hastalık, elbette başlangıcında kolaylıkla tanınabiliyor olması (kızarıklık) yardımcı bir unsurdu. Ancak aynı başarının, birçok ülkede ortadan kaldırılmasına rağmen bazı bölgelerde hâlâ görülen çocuk felci gibi diğer hastalıklar için de elde edilmesi için umut veriyor.

Hücre Hastalığı: Rudolf Virchow

Alman hekim Rudolf Virchow (1821-1902) hastalıkların hücrelerde başladığını ya da hücre anormallikleri olduğunu söyleyen kuramı destekledi. Tıp öğrencilerini mikroskop kullanmaları için teşvik ederken "Mikroskobik düşünün," diyordu. Çalışmaları modern patolojinin (hastalıkların nedenleri ve etkilerini araştıran bilim dalı) temellerini oluşturdu.

Virchow'un hastalıklara hücresel düzeyde yaklaşımı sayesinde onkoloji dalında öncü araştırmalar yaptı. Bir lösemi (kan kanseri) vakasını doğru şekilde ilk tanımlayan kişiydi; aynı zamanda mide kanseri de dahil olmak üzere başka habis tümör çeşitlerini de buldu. Günümüzde, büyüeyebilen supraklaviküler lenf noduyla nitelendirilen mide kanserinin belirtilerinden biri, "Virchow düğümü" olarak biliniyor.

1848'de Silezya'daki tifo salgını üzerine bir araştırma yaptı ve ülkenin kötü sağlık standartlarıyla hastalık dolu halkın, özgürlük ve demokrasi yoksunluğunun doğrudan bir

sonucu olduğunu ileri sürdü. Bu, tıp ile siyasi uygulamalar arasında bağlantı kuran kuramlarının başlangıç noktasıydı ve bu konuya ilişkin şunları söyledi: “Tıp sosyal bir bilimdir, siyaset de daha geniş kapsamlı bir tıp biliminden başka bir şey değildir. Hekimler yoksulların doğal avukatlarıdır ve sosyal sorunlar büyük ölçüde onlar tarafından çözülmelidir.”

Kapsamlı görüşleri ve hastalıkların genellikle yoksulluktan kaynaklandığını kabul etmesi ona “Halk Sağlığının Babası” unvanını kazandırdı.

Mikropların Tehlikeleri: Robert Koch ve Louis Pasteur

Alman bir maden mühendisinin on üç çocuğundan biri olan Robert Koch (1843-1910) bir gazete yardımıyla kendi kendine okumayı öğrendi. Hastalıklara neden olan mikropların tanımlanması ve diğerlerinden ayrılmasına yardımcı olacak olan öncü araştırmaya katkı sağladı.

Avrupa çapında şarbonun yaygın şekilde görüldüğü bir dönemdi. Bu hastalığı keçi, koyun ve büyükbaş hayvanlar taşıyordu, dolayısıyla onlarla çalışanlar tehlikedeydi. Basil şarbonu (hastalığa neden olan bakteri) Fransız hekim Casimir Davaine (1812-1882) tarafından tanımlanmış olsa da bu hastalığın önlenmesi ve tedavisi için hiçbir ilerleme kaydedilememişti. Araştırmacılar, büyükbaş hayvanların bu hastalığa yalnızca hasta hayvanlar aracılığıyla değil, aynı zamanda yıllar önce hasta hayvanların bulunduğu yerlerde otladıkları için de yakalanabilmelerini nasıl açıklayacaklarını bilemiyorlardı.

Koch 1875'te hastalığa neden olan basili ayırıp kültür yapmayı başardı. Basilin tüm yaşam döngüsünü gözlemledi

ve ortamda oksijenin yetersiz olması gibi elverişsiz koşullarda dirençli endosporlar oluşturdıklarını fark etti. Sporlar, uygun koşullar oluşana kadar bekliyor, ardından yeni basiller oluştuyordu; hastalığın nadasa bırakılmış çayırarda yinelenmesi bu şekilde açıklanabiliyordu.

Pastörizasyonu keşfetmesiyle ünlü Fransız kimyager Louis Pasteur (1822-1895) de şarbon sorunu üzerinde çalıştı. Çiftçilere hayvanlarını, hastalığa yakalanmış hayvanların öldüğü mikroplu arazilerden uzak tutmalarını tavsiye etti ve 1877'de şarbon bakterisini içeren bir aşı üzerinde çalışmaya başladı. Bakteriyi zayıflatmak için hazırladığı aşıyı 42°C'ye kadar ısıttı, ardından bunu hastalığa yakalanmış koyunlara enjekte etti; kısa süre içinde koyunlar şarbonun hafif bir türünü atlattı ve böylece gelecekte oluşabilecek şarbon tehlikesine karşı bağışıklık kazandı.

Pasteur 5 Mayıs 1882'de daha ciddi bir deney yaptı. Yirmi beş tane koyuna aşı yapıp yirmi beşine yapmadı. Yirmi altı gün sonra elli koyuna da tam şarbon bakterisi enjekte etti. Bundan iki gün sonra aşı yapılmayan tüm koyunlar ölmüş, aşı yapılanlar kurtulmuştu.

Koch, tüberküloz ve koleraya neden olan mikropları tanımlamaya devam etti ve Pasteur kuduz hastalığı için bir aşı buldu. Pasteur 1885'te kuduz aşısını hastalığa yakalanmış bir çocuk olan Joseph Meister üzerinde test etti. Çocuk on gün sonra iyileşmişti.

Bir mikroorganizmanın vücudun dışında kültürlenebileceği fikrini ortaya atan Louis Pasteur olmasına rağmen saf kültür tekniğini tamamlayan kişi Koch'tu. Bu teknik pek çok mikroorganizma türünü içeren bir örnekle başlıyor; benzer hücreler yeni, arınık bir yetiştirme ortamına aktarılıyor ve bu süreç hücreleri seyreltip ardışık örneklerle ayırarak yalnızca bir

tür mikroorganizma elde edilene kadar tekrarlanıyor.

On dokuzuncu yüzyılda pek çok insan ameliyatlardan sonra ölüyordu. Hem Koch hem de Pasteur'e göre bunun sebebi ortamın hijyenik olmamasıydı; çünkü mikroplar vücudu sarıp hastalık ve enfeksiyona neden olabiliyordu. 1878'de Pasteur, Fransız Tıp Akademisi'ne bir açıklama yaptı:

Bir cerrah olma onuruna sahip olsaydım, hastanın (özellikle hastanelerde) tüm nesnelerin yüzeyinde bulunan mikroplar sebebiyle maruz kaldığı tehlikeleri düşünerek yalnızca tertemiz araç gereç kullanırdım. Çok dikkatli bir şekilde ellerimi yıkadıktan sonra ellerimi yakmayacak bir aleve doğru tutar ve iyice temizlenmelerini sağlardım. Yalnızca daha önce 130 ile 150°C sıcaklığa maruz bırakılmış sargı bezi, bandaj ve süngerler kullanırdım.

Pasteur'ün ifadeleri, zararlı mikropları dokulara uygulanan antiseptiklerle yok etmeye çalışmak yerine mikropların steril ameliyatların yapıldığı yerlere erişmelerini önlemeyi amaçlayan “steril ameliyat” kavramının temeli haline geldi. Cerrahlara verdiği ısıyla temizlik tavsiyesi, 1886 yılına kadar Pasteur'ün laboratuvarında rutin bir prosedüdü. Aynı zamanda her yemekten önce bardak, tabak, kaşık ve bıçakları peçetesiyle sildiği biliniyordu, bunlar mikroplarla ilgili duyduğu kaygılar yüzündendi.

Modern Çağda Beyni Tedavi Etmek

Beyin hasarları ve hastalıklarını tedavi etmek, Taş Devri'nin sonlarından beri uygulanıyor olmasına rağmen modern çağda hâlâ tıbbın en zorlu alanlarından biri.

Beyni ve nasıl çalıştığını anlamak, Fransız filozof René Descartes sinirlerin “canlılık” içerdiğini, zihin ve vücudun ayrı varlıklar olduğunu iddia ettiğinde güçleşmişti. İnsan vücutlarını bölümlerine ayırıp incelemek amacıyla almak için papayla yaptığı bir anlaşmada Descartes’ın şöyle dediği söyleniyor: “Ruh, zihin ya da duygulara ilişkin her şeyi rahiplere bırakıyorum. Ben yalnızca vücudu almak istiyorum.” Bu, maddesel vücuttan ayrı, fiziksel olmayan bir zihin (ya da ruh) fikri olan Kartezyen Düalizm’i ortaya çıkardı.

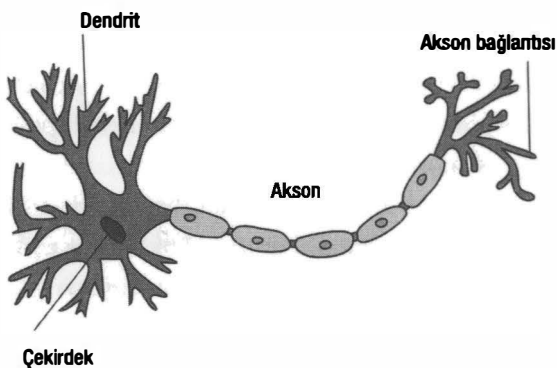
Descartes’ın sinirlerdeki “canlılık” konusunda haksız olduğu, İngiliz bilim insanı Richard Caton (1842-1926) 1875’te köpekler ve maymunlar üzerinde deney yaparak beyindeki değişken elektrik akımlarını keşfettiğinde ispatlandı. Günümüzde nöronların (sinir hücreleri) elektrik ve kimyasal sinyallerle iletişim kurduğu iyi biliniyor. Bilim insanları aynı zamanda fiziksel olmayan zihin ve fiziksel beden arasında, etkileşim kurabilecekleri bilimsel olarak ispatlanmış bir buluşma noktası bulamadı, dolayısıyla zihnin bedenden ayrı olmadığı sonucuna vardılar ve bilince fiziksel bir tanım verdiler: Modern sinirbilim yaklaşımı.

Beyin hasarları, beyinle ilgili daha ileri çalışmaları ortaya çıkardı. 1848’de Amerikalı demiryolu çalışanı Phineas Gage’in kafasına giren demir çubuk beyninin sol ön lopunun çoğunu yok etmişti, ancak Gage hayatta kaldı. Bu durum, kişiliğin bazı kısımlarının ön loplardan tarafından kontrol edildiğinin anlaşılmasını sağladı. Diğer taraftan depresyon ve akıl hastalıklarını tedavi amacıyla kullanılan ve tartışmalı bir yöntem olan lobotomiye dolaylı olarak önderlik etmiş oldu. Bu yöntem, akıl hastanelerinde bulunan insanların sayısı ciddi bir şekilde artınca yirminci yüzyılın başlarında popülerleşen bir prosedürdü. Ön loptan çıkan ve ön lopa giden bağlantıların

kesilmesini içeriyordu. 1950'lere gelindiğinde lobotominin yerini büyük çoğunlukla antipsikotik ilaçlar almıştı.

Rus fizyolog, cerrah ve psikolog Ivan Petrovich Pavlov'un (1849-1936) hayvan ve insan davranışı üzerine yaptığı deneyler, beynin uyarıcılara nasıl tepki verdiğini ortaya çıkardı. Herkeşçe bilinen, bir köpeğe et verildiğinde tükürük salgılamasının refleks hareket olduğunu (tıpkı karnı aç bir insan lezzetli bir yemek gördüğünde ağzının sulanması gibi) söylemişti. Köpeğe her yemek verildiğinde bir metronom çaldı ve yemeği kaldırıp yalnızca zili çaldığında da köpeğin ağzının salyalandığını gördü; köpek, "koşullu uyarıcı"ya tepki göstermeyi öğrenmişti. Pavlov, koşullu reflekslerin fizyolojik olaylardan (beyin zarında yeni refleksle ilgili yolların oluşması) kaynaklandığı sonucuna vardı. Bu tür keşiflere rağmen sinir sisteminin yolu, sinirbilimin fikir babalarından İspanyol hekim Santiago Ramón y Cajal'in (1852-1934) yaptığı çalışmalara kadar bilinmiyordu. Cajal, İtalyan Camillo Golgi'nin (1843-1926) öncülük ettiği boyama tekniğini geliştirip gümüş boyayı beyin dokusunun bazı bölümlerine uyguladı, böylece tek bir nöronu (sinir hücresi) inceleyebilecekti. Nöronların, sinyalleri bir hücreden diğerine ileten, büyüyen hücre gövdeleri (dendrit ve aksonlar) olduğunu gördü. Sinir sistemi, Golgi'nin düşündüğü gibi nöronların tek tek sıralandığı bir ağ halinde değildir; nöronlar diğer (hedef) nöronlarla birbirlerine, sinir kavşağı, elektrik ya da kimyasal sinyallerin bir hücreden diğerine geçmesini sağlayan yapılar aracılığıyla bağlıdır.

Cajal'in bulguları, beyin devrelerini kavrayışımızı yeniden tanımlamaya yardımcı oldu ve beyinle omurilik tümörleri üzerine sonradan yapılan çalışmaların temelini oluşturdu.



Tipik bir nöron ya da beyin hücresi. Aksonlar elektriksel uyarıları bir nörondan diğerine sinapslar aracılığıyla gönderir, dendritler uyarıları diğer nöronlardan sinapslar aracılığıyla da alır. Bir insan beyinde Samanyolu Galaksisi'ndeki yıldız sayısından daha çok sinaps vardır.

1970'lerde Amerikalı nörofarmakoloji uzmanı Candace Pert (1946-2013) bilince ilişkin biyokimyasal bir temel keşfettiğinde üne kavuştu. Beynin uyku noktasını, yani endorfinlerin (vücudun ağrı kesicisi görevini gören, “mutluluk vericiler” olarak da nitelendirilen protein benzeri moleküller) beyin hücreleriyle bağlandığı bölgeyi bulmuştu. Başka bir deyişle vücudumuzdaki kimyasalların duygularımızla da alakası var ve bu bize beyin ve vücudun moleküler seviyede tümüyle bütünleşmiş şekilde tek bir sistem olduğunu gösteriyor; o nedenle biri, diğeri etkilenmeden tedavi edilemez. Antik Yunanlar ve pek çok yerli kültür tarafından anlaşılan ruhsal durum ve sağlık arasındaki bağlantı, nihayet yirminci yüzyıl Batı tıbbında yeniden saptandı.

İlk Antibiyotik: Alexander Fleming

“Antibiyotik öncesi çağ”da en küçük çizik bile ölümcül olabiliyordu; enfeksiyon yüzünden ölen asker sayısı, yaraları yüzünden ölen asker sayısından daha fazlaydı. Bu durum 1928’de İskoç biyolog ve bakteriyolog Alexander Fleming, tarihin ilk antibiyotiği ve tıbbın en önemli keşiflerinden biri olan penisilinin bakterileri yok etme özelliğini bulduğunda değişti. Bu keşif, milyonlarca insanın hayatını kurtaracak tıbbi keşiflerin altın çağının başlangıcıydı.

Fleming’in Londra’daki St Mary’s Hastanesi’ndeki işi, mikroplara karşı korunmanın yeni yollarını aramaktı. Bu iş, bakteri yetiştirmek, ardından öldürmek ya da kimyasallarla zayıflatmak ve ortaya çıkan aşılı test etmeyi içeriyordu. Fleming’in en büyük keşfi, tatile gittiğinde canlı bakterilerin bulunduğu bir kutuyu açık bıraktığında kazara meydana geldi. Döndüğünde kutunun üzerinde pek çok farklı küf türemişti, bunları gözlemleyerek özellikle birinin etrafındaki bakteriyi öldürdüğünü fark etti.

Küfler, havada uçuşan, önlem alınması zor tohuma benzeyen mikroskobik sporelerden türer. Araştırmacılar genellikle küf bulaşmış örneklerini atar, neyse ki Fleming örneği atmadı ve kısa süre sonra beyaz, kabarık büyümeyi penisilyumun (toprak, çürüyen meyveler ve ekmekte yaygın olarak görülen küf) bir türü olarak tanımladı. Biraz “küf suyu” (penisilin) çıkardı ve pek çok testin sonunda penisilinin en zararlı bakteriyi bile öldürdüğünü ya da büyümesini durdurduğunu buldu.

Penisilin için “küf suyu” yerine “yaşam karşıtı” anlamına gelen “antibiyotik” terimini benimsedi ve ancak vakumlu, dondurarak kurutma keşfedildikten sonra, 1939’da Oxford biyokimyageri Howard Florey (1898-1968) ve Ernst Chain (1906-1979) saf penisilini elde etti.

Fleming'in keşfi, her gün yaşanabilen kazalardan ileri gelen ölümleri çok büyük ölçüde azalttı ve büyük olasılıkla başka hiçbir ilaç grubu antibiyotiğin kurtardığı kadar hayat kurtarmadı. Günümüzde ciğer enfeksiyonları, menenjit ve tüberküloz gibi bakteri kaynaklı hastalıklar ve enfeksiyonlarla savaşmak için 8.000'den fazla farklı antibiyotik mevcut. Ancak Fleming 1946'da bile bazı bakteri türlerinin çok çabuk değişerek antibiyotiklere dirençli hale geldiklerini (özellikle de doz çok azsa ya da çok çabuk bitirilirse) fark etmiş; böylece günümüzün süper bakterilerini öngörmüştü.

Antibiyotikler virüslere zarar vermez, dolayısıyla yaygın olarak görülen soğuk algınlığı gibi enfeksiyonlar üzerinde etkisi yoktur.

Fleming, penisilinin keşfi için herhangi bir patent ödemesi almadı. Amerikan ilaç şirketleri, onun bilime olan katkısını ödüllendirmek için 100.000 dolar topladıklarında bu parayı araştırma için tıp fakültesine bağışladı.



Alexander Fleming (1881-1955)

Fleming İskoç bir çiftçinin oğluydu ve ilk işi Londra'daki bir sevkiyat ofisinde sekreterlikti. Ancak 1901'de bir amcasından 250 sterlinlik miras kalınca doktor olmaya karar verdi.

Mezuniyetten sonra Londra'daki St Mary's Hastanesi'ndeki aşı bölümünde bakteriyolog olarak çalıştı, sonrasında cerrah ve tıp yazarı oldu. Yalnızca renk ve desenlerini beğendiği için bazı bakteri kültürlerini yetiştiriyordu, böyle bir eğlence anlayışı vardı.

Bunları “mikrop tabloları” olarak adlandırıyordu.

Birinci Dünya Savaşı sırasında iş arkadaşlarıyla birlikte Ordu Sağlık Birliği’nin bir parçası olarak savaş meydanlarındaki hastanelerde çalışmak üzere Fransa’ya gitti. Ancak 1918’de barış sağlanınca laboratuvarına geri döndü. Bakteriyoloji profesörü oldu ve bundan yalnızca birkaç hafta sonra ailesiyle yaz tatiline çıktı. Efsanevi bakteri öldüren küf keşfini işte o zaman laboratuvarına geri döndüğünde yapmıştı.

Çekingen biri olan Fleming, keşiflerini sunma konusunda kötüydü, keşfi diğer bilim insanları tarafından yıllarca görmezden gelindi ancak eninde sonunda hakkını tam olarak alacaktı.

“Mucize ilaç” olarak reklamı yapılan saf penisilin 1943’te toplu olarak üretildi ve İkinci Dünya Savaşı’nda binlerce askerin hayatını kurtardı.



Moleküler Hastalıklar: Linus Pauling

Moleküllerin yapılarına hayran olan Amerikalı kimyager Linus Pauling İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra araştırmalarında büyük biyomoleküllerin yapılarına odaklandı. Bu organik moleküller (hidrokarbon bileşikler) canlı organizmaların önemli kısımlarını oluşturuyor. Araştırmaları, ilk “moleküler hastalık” olan orak hücre anemisinin keşfedilmesini sağladı.

Pauling bir tıp uzmanından orak hücre anemisinin, hastalardaki alyuvarların normal dairesel şekilden orak şekline dönüşmesinden dolayı gerçekleştiğini öğrendi ve alyuvarların

içindekileri (hemoglobin) incelemeye koyuldu. Bir yıl sonra o ve ekibi, hemoglobinin moleküllerini elektrik yüklerine göre ayırmak için bir elektrik alanı uyguladıklarında şaşkınlık verici bir keşif yaptı. Orak hücre hemoglobinin moleküllerinin, normal hemoglobinin moleküllerinden daha fazla elektrik yükü vardı. Ölümcül olma potansiyeline sahip bir hastalığın nedeninin moleküllerdeki böyle küçük bir farktan kaynaklabiliyor olması büyük ilgi gördü ve “moleküler hastalıklar”ın araştırılmasının yolunu açtı. Pauling’in iş arkadaşlarının çalışmaları daha sonra bu hastalığın kalıtsal olduğunu gösterdi ve moleküler tıp ve genetik arasında hayati bir bağlantı kurdu.

Pauling, hastalığın moleküler yapısı anlaşıldığında moleküler hastalıkların tedavi edilebileceğine inanıyordu. Bu gelişen tıp alanı modern tıbbi uygulamaları biyokimya ile birleştirir ve hastalığı moleküler düzeyde tedavi etmeyi hedefler.

Pauling aynı zamanda en iyi fiziksel ve zihinsel durumun vücutta “doğru moleküllerin doğru oranlarda” olduğundan emin olunarak elde edilebileceği kavramına “ortomoleküler tıp” adını verdi.

Vücutta doğru kimyasal denge olduğunda kimyasal reaksiyonların en iyi duruma getirilebileceğine inanıyordu.

Kendi üstünde yaptığı testte, büyük dozlarla C vitamini aldığında daha az soğuk algınlığı geçirdiğini gördü. Bu konuda yazdığı çok satan kitabı (diğer bilim insanlarından eleştiri almıştı) yayımlandığından beri, diyet takviyelerinin etkileri üzerine yapılan çalışmalar devam etmekte ve günümüzde bu alan büyük bir sektör haline gelmiş durumda.

Çocuk Felcine Karşı İlk Aşı: Jonas Salk

1940 ve 1950'lerde Amerikalı ebeveynler artan polyomiyelit ya da çocuk felci vakalarından dolayı dehşete düşmüştü. Bu virüs sinir sistemine saldırıyor, Amerika'da yılda 5.000 çocuktan birinin sakat kalmasına ya da ölmesine neden oluyordu.

Ortodoks Yahudi ve Polonya kökenli Amerikalı mikrobiyolog Jonas Salk (1914-1995), bu sorunu birkaç makalede tartıştı. Enerjisi ve coşkusu, prestijli Ulusal Çocuk Felci Vakfı'nın dikkatini çekti; bir tedavi bulabilmesi için neredeyse tüm araştırma fonlarını ona vermeyi teklif ettiler.

Bu, bilim camiasının Salk'a duyduğu antipatinin başlangıcıydı. Albert Sabin (1906-1993) gibi araştırmacılar, yıllarını titiz araştırmalara vermişken aniden yeni gelen birine görünüşe göre sınırsız mali kaynak sağlanmıştı.

O dönemlerde çoğu aşı araştırmacısı, bağışıklığı elde etmenin tek yolunun hastalığa hafif derecede maruz kalınması olduğunu düşünerek "canlı" ancak zayıflamış polyo virüsleriyle çalışıyordu. Salk, bir grip aşısı üzerine yaptığı çalışmadan, "ölmüş" ya da etkisiz hale getirilmiş bir virüsün bazen antijen olarak davranabildiğini, o virüsün gelecek saldırılarını yok edecek antikorlar oluşturmak için vücudun bağışıklık sistemini tetiklerken hastanın enfeksiyon kapma riskinin de önlendiğini biliyordu. En önemli adımı, aynı ilkeyi çocuk felcine uygulayarak ve "ölmüş" bir virüsü kullanıp bir aşı bulmaya çalışarak attı.

Salk, virüsü öldürmek ama bir yandan da bağışıklık sistemini harekete geçirmek için yeterli olacak seviyede canlı kalmasını sağlamak için formaldehit kullandı. Aşısını önce maymunlar, ardından da küçük bir grup insan üzerinde test etti. Sonuçta istenmeyen kötü etkileri olmayan antikor-

lar başarılı bir şekilde üretilmişti. Bir sonraki adım, 1954'te başlayan çocuklar üzerinde yapılan geniş ölçekli bir test programıydı ve 1955 yılının Nisan ayına gelindiğinde aşının etkili ve güvenli olduğu görüldü.

Genellikle bilimsel sonuçlar tüm dünyaya açıklanmadan önce akademik dergilerde yayımlanır; ancak Salk 1955'te yayından önce bir basın toplantısına katılmayı kabul etti. Aşının başarısını tamamen kendi üzerine almamasına rağmen kendini bir gecede medya ve halkın sevgilisi olarak buldu. Ne yazık ki bu aynı zamanda bu alandaki diğer araştırmacıların haklarını yediğini düşünen pek çok bilim insanı için kötü adam olması anlamına geliyordu.

Sıradan insanların akıllarında Salk her zaman çocuk felcini yenen adam olarak kalacak. Aşının patentini almayı ve bireysel olarak bundan kâr elde etmeyi reddederek özellikle halka kendini sevdirdi.

1958'de Sabin'in "canlı" virüse dayalı aşısı ortaya çıktı. Enjekte edilen Salk aşısının aksine bu ilaç ağızdan alınabiliyordu ve daha az ek aşı gerektiriyordu, böylece Salk'ın "ölmüş" virüs aşısının yerini almaya başladı. Günümüzde genellikle ikisi beraber kullanılıyor.

Salk Biyolojik Çalışmalar Enstitüsü, günümüzde moleküler biyoloji ve genetik alanlarında ünlü ve prestijli bir enstitü.

Zihin Terapisi: Sigmund Freud

Avusturya-Macaristan'da, Freiberg'de (günümüzde Çek Cumhuriyeti'ndeki Příbor kasabası) doğan Sigmund Freud (1856-1939) yedi çocuğun en büyüğüydü ve entelektüel zekâsı dolayısıyla destekleniyordu. Uzak, otoriter baba ile ilgili ve

anaç anne, Freud'un daha sonra ortaya çıkardığı zihin kuramlarında önemli bir rol oynadı.

Yün tüccarı olarak iyi bir hayat süremeyen aile Viyana'ya taşındı. Freud tıp eğitimi aldı ve nöroloji alanında uzmanlaştı; histerik rahatsızlıkları tedavi etmek için hipnoz kullanan Jean-Martin Charcot'nun (1825-1893) hizmetinde çalıştı. Freud çok geçmeden standart elektroterapi ya da hipnoz tedavilerinin etkisiz olduğunu fark etti ve bunların yerine "konuşma tedavisi" uyguladı; hastaları sorunları hakkında konuşmaları ve mantıklı bir şekilde yaklaşarak onlarla yüzleşmeleri, ardından davranışlarında gerekli değişiklikleri yapmaları konusunda cesaretlendirdi. Hastaların nevrozlarına serbest çağrışım ve rüyaların yorumuyla (bunun bilinçaltıyla ilgili bir anlayış sağladığını düşünüyordu) yaklaştı. Çalışırken zihnini açmak için kokain kullanıyordu ve hayatının belli dönemlerinde şüphesiz kokain bağımlısı olmuştu.

Freud 1900'de psikanalize ilk yaklaşımını yayımladı. Asıl kuramı, bilinçaltının insan davranışını yönlendirdiğini ve psikolojik sıkıntılarla sosyal adetlerin ilkel dürtüleri bastırdığını, böylece gerginlik ve psikolojik baskıya neden olduğunu söylüyordu. Gerginliği yok etmek ve bilinçaltının isteklerini ve güdülerini ortaya çıkarmanın bir yolu, kendini tanımaya giden yolu açan rüyalardan geçiyordu.

Freud kırklı yaşlarında yoğun bir biçimde kendi psikolojisini keşfetti ve cinsel dürtünün pek çok nevrozun kaynağı olduğu başta olmak üzere birkaç evrensel sonuca vardı. Geniş bilim camiası cinselliğe ilişkin keşiflerini, özellikle bebeklerin bile bu dürtüye dayalı davrandıkları inancını yerdi ve Freud bir süreliğine başkalarından ayrı çalışmak zorunda kaldı. Ancak 1906'ya gelindiğinde kendine aralarında Carl Jung (1875-1961) ve Alfred Adler'in (1870-1937) da olduğu bir

grup destekçi bulmuştu. 1908’de ilk psikanalitik konferansı Salzburg’da gerçekleşti, bunu 1910’da Uluslararası Psikanaliz Derneği’nin kurulması takip etti.

Hitler’in Nazileri 1933’te Almanya’da egemenlik kurduğunda Freud’un kitapları ilk yakılacak kitaplar arasındaydı. Beş yıl sonra Naziler Avusturya’yı ele geçirdi ve Yahudi kökenli herkese eziyet etmeye başladı, bunlara ateist olmasına rağmen Freud da dahildi. “Özgür bir şekilde ölmeyi” tercih edeceğine karar verdi ve ailesiyle beraber 1938’de Londra’ya göç etti.

Freud gırtlak kanseri yüzünden pek çok başarısız ameliyat geçirdi; ancak sonunda doktor arkadaşı Max Schur’u ölmesine yardımcı olması için ikna etti. Schur ona üç doz morfin verdi ve Freud Kuzey Londra’daki evinde huzurlu bir şekilde öldü.

Üreme Tıbbı: Gregory Goodwin Pincus

Antik Mısır’da bal ve akasya yaprağından elde edilen maddelerden antik Yunan’da gebelik önleyici özelliklere sahip bitkilere ve onuncu yüzyılda İran’da fil gübresinden elde edilen maddelere kadar doğum kontrol yöntemlerinin tüm çeşitleri tarih boyunca kullanıldı. Ancak Katolik kilisesi, ortaçağ Avrupa’sında hamileliği önleyici çabaları yasakladı ve pek çok “cadı” kürtaj yaptığı ya da bitkisel gebelik önleyiciler kullandığı için cezalandırıldı. On dokuzuncu yüzyılda nüfus artışının yönetilmesi siyasi bir konu haline geldi; çünkü kontrol altındaki doğum oranları yaşam kalitesinin yükselmesini ve ekonomik dengeyi sağlıyordu.

1951’de doğum kontrol hapının Amerikalı Gregory Goodwin Pincus (1903-1967) tarafından icadı, dünya genelindeki aşırı nüfus artışı sorununu engellemeye yardımcı oldu

ve aile planlamasında bir devrim niteliğindeydi. İcat, kadın sağlığı, feminist sorunlar, doğurganlık eğilimleri, din, siyaset ve yetişkinlerle ergenlerin ilişkileri ve cinsel eylemleri üzerinde etkili oldu. Bu, her anlamda bilimsel bir dönüm noktasıydı, sosyal yaşamımızın tüm yönlerini etkiledi.

Jeoloji ve Meteoroloji



Dünya'nın doğuşunun tarihi bin yıldır en önemli zihinleri hayrete düşürüyor. Yalnızca iki ya da üç yüzyıl önce pek çok insan, gezegenimizin 6.000 yaşında olduğunu sanıyordu.

On sekizinci yüzyılda İskoç bilim insanı ve zengin çiftçi James Hutton, katmanlı kayaların incelenmesinin geçmişte neler olduğunu ve sonuçta dünyanın yaşını ve doğuşunu ortaya çıkarabileceğini gösterdiğinde ilerleme kaydedildi. Dünya'nın, İncil'de bahsedildiğinden çok daha yaşlı olduğuna ilişkin kanıtlar buldu. Günümüzde Dünya'nın yaklaşık 4,6 milyar yıl önce katılaşp gezegen haline geldiğini tahmin ediyoruz.

Kıymetli metaller ve kaya petrolü için Dünya'nın kabuğunu kazma işlemi, Roma dönemi ve Sanayi Devrimi sırasındaki önemli ilerlemelerle beraber uygarlıkların başlangıcından beri devam ediyor. Madenler ve onların doğal dağılımına ilişkin doğru bilgiler, ticari maden işletmeciliği faaliyetleri için hayati hale geldi ve jeolojiyi popüler bir çalışma alanı yaptı. Günümüzde jeologlar gezegenimizin her yanındaki maden yataklarını sistematik ve doğru bir şekilde tanımlayabiliyor.

Jeologlar dünya tarihindeki depremler ve sellere dair kanıt bulabilmektedir. Geçmiş olaylar günümüzde, hem burada hem de diğer gezegenlerde gelecekte gerçekleşebilecek olayları öngörmek için kullanılıyor.

Jeoloji gibi meteoroloji de antik kökene sahiptir, tarih boyunca uygarlıklar hava durumunu tahmin etmeye ihtiyaç duymuştur. Son yıllarda Dünya'nın atmosferindeki değişimleri ve iklim değişikliğinin gezegenimiz ve toplumumuz üzerindeki etkisini anlamak ve öngörmek uluslararası öneme sahip meseleler haline geldi.

Antik İnsanların Dünya Hakkındaki Fikirleri: Aristo ve Theophrastus

MÖ dördüncü yüzyılda antik Yunan bilgini Aristo Dünya'nın uzun zaman dilimlerindeki yavaş değişimi hakkında yazdığı jeolojik açıdan düşünüyordu: "Eğer deniz her zaman bir yerde yükselirken diğer yerde geri çekiliyorsa Dünya'nın aynı bölgeleri her zaman deniz ya da kara olmuyor demektir; aksine tüm bunlar zaman içinde değişiyor."

Meteoroloji adlı kitabında bilinen ilk su döngüsü gözlemlerini yapmıştı. "Su buharı, oyuk ve sulak yerlerden çıkar; çünkü onu yükselten, sanki fazlasıyla ağır bir yükümü gibi taşıyan ısı çok yükseğe taşıyamaz, kısa zamanda tekrar düşmesini sağlar," demiştir. Günümüzde Aristo meteoroloji bilimini kuran kişi olarak kabul edilmektedir.

Aristo'nun Atina'daki Lyceum'daki varisi Theophrastus (MÖ 371?-287?) farklı kayaların sertlik ve ısı verildiğinde gösterdiği davranış gibi özelliklere göre yapılan ilk sınıflandırmalardan birini oluşturmuştu. Hak ettiği isimle (Kayalar

Üzerine) anılan bilimsel eserinde, antik dünyadaki minerallerin cam, boya ya da sıva yapmak gibi bazı pratik kullanımlarını da kaydetmişti.

Çin’de Toprak Oluşumları: Shen Kuo

Ortaçağda Çin’de, gerçek kuzey kavramıyla ünlenen Shen Kuo (1031-1095), toprak yapılarının nasıl oluştuklarıyla ilgili bilinen ilk varsayımı (daha sonra yüzeybilimi olarak adlandırıldı) ve iklim değişikliklerini öngörmek için kullanılan fosil santral çalışmaları (paleoklimatoloji) oluşturdu.

Taihang ve Yandang dağlarına yaptığı gezide yeryüzü şekilleri okyanustan yüzlerce kilometre uzakta olmasına rağmen fosil kabuklarının buradaki belirli jeolojik katman ya da seviyelerde bulunabileceğini fark etti. Bir zamanlar bu alanın deniz kıyısında ya da suyun altında olabileceği ve denizin o zamandan beri yer değiştirdiği sonucuna vardı ve kıtanın, tüm katı maddelerinin birikmesi için çok uzun bir sürecin geçmesinin ardından oluştuğunu anlattığı bir varsayım oluşturdu. Bu varsayım James Hutton’ın çığır açan tortul yataklarına ilişkin çalışmasından 650 yıl önceydi.

Shen yaklaşık olarak 1080 yılında modern Yan’an’ın (Çin’deki kuzey Şensi bölgesinde) yanındaki bir nehrin kıyısında bir heyelanın, yüzlerce fosilleşmiş bambu bitkisini kapsayan geniş bir yeraltı mağarasını ortaya çıkardığını gördü; söz konusu bambu o bölgede yetişmiyordu. Zamanının ileri-sinde düşünerek iklim değişikliği olasılığından bahsetti: “Belki de antik zamanlarda iklim değişikti, dolayısıyla o bölge alçak, nemli, loş ve bambular için elverişliydi.”

Madencilik ve Mineraller: Agricola

On altıncı yüzyıl Doğu Almanya'sında Agricola adında dahi bir kimyager metaller ve madencilik üzerine *De Re Metallica* adlı bir ders kitabı yazdı. Kitabı, yaşlı Plinius'un yaklaşık olarak MÖ 77 yılında yazdığı *Historia Naturalis*'ten sonra metalurji ve madencilik teknikleriyle ilgili Batı dünyasındaki en iyi kitaptı.

Üretimi pahalı ve dağıtımı sınırlı olan büyük ve ağır kitabın bazı kopyaları, papazların talep üzerine Latince metni çevirdiği kiliselerde, zincirlenmiş halde duruyordu. 1700'e gelindiğinde bir düzine nüsha Almanca, İtalyanca ve Latince yayımlandı, ilk İngilizce çevirisi ise 1912'de bir maden mühendisi ve ABD'nin gelecekteki başkanı Herbert Hoover ile jeolog ve Latince hocası olan eşi Lou Hoover tarafından yapıldı.

Agricola'nın kusursuz çalışmasının yaklaşık yirmi yılda bitirildiği tahmin ediliyor. On iki kitaplık derleme, maden işlemlerinde ve yönetim, metal çözümüleme işlemi, yapı, madencilerin hastalıkları, jeoloji, pazarlama, maden arama, arıtma, döküm, etüt, kalasların kullanımı, havalandırma ve su pompalama (madenlerden suyun çıkarılması o dönemlerde büyük bir sorundu) da dahil diğer ilgili alanlarda karşılaşılan süreçler ve sorunların ayrıntılı sayfalarını içeriyordu.

Agricola, yetişmekte olan her maden mühendisi için paha biçilmez bir rehber olan *De Natura Fossilium*'da minerallerin geometrik şekillerine göre ilk bilimsel sınıflandırmasını da yazdı.

Georgius Agricola (1494-1555)

Georgius Agricola, Georg Bauer'ın ("bauer", köylü ya da çiftçi anlamına gelir) Latince adıydı. Agricola, Rönesans'ın Avrupa'da iyice sağlamlaştığı ve matbaanın icadının okuryazarlık ve bilgiye açlıkta artış meydana getirdiği bir zamanda doğmuştu ve yeni düşünce biçimleri onun için ilham olmuştu.

Okulda çok başarılıydı, Leipzig Üniversitesi'nde tıp eğitimi aldı ve Martin Luther'ın Roma Katolik Kilisesi'ne karşı Wittenberg'de Protestan Reformasyonu'na başladığı yıl olan 1517'de mezun oldu.

Agricola, Avrupa'daki madencilik ve dökmeçiliğin en önemli yerlerinin merkezinde olan Joachimsthal kasabasına hekim olarak atanmıştı. Bu ona doktorluk yaparken aynı zamanda madencilik tekniklerini ve cevherlere yapılan işlemleri gözlemleme olanağı verdi. Üç yıl sonra kasabayı Almanya'da seyahat etmek ve madenler üzerine çalışmak için terk etti, öne çıkan bir madencilik merkezi olan Saksonya'daki Chemnitz'te kaldı. Madencilik ve mineralbilim üzerine birkaç makale yayımladığında Almanya'nın büyük kısmı Protestan olmuştu. Agricola hayatı boyunca sadık bir Katolik oldu ve protestolar yüzünden kasabadaki vazifesinden ayrılmak zorunda kaldı. Bir Protestanla ateşli bir tartışma yaşadığı sırada öldüğü düşünülüyor.

Dinsel ve Bilimsel Mücadeleler:

Nicolaus Steno

On yedinci yüzyılda Hristiyan inanışlarının, Batı'nın Dünya'nın doğuşuyla ilgili fikirleri üzerinde büyük etkisi olmuştu. İngiliz papaz ve matematikçi William Whiston (1667-1752) İncil'deki öykülere bilimsel açıklamalar bulmak için uzun zaman harcadı. Bir kuyruklu yıldızın Dünya'ya çarptığını ve Büyük Tufan'a neden olduğunu, suların Dünya'nın coğrafyasını şekillendirdiğini öne sürdü. Dünya'nın 1736 yılında, başka bir kuyruklu yıldızın çarpmasıyla yok olacağını da tahmin etmiş ancak bu olay gerçekleşmeyince halk epey rahatlamıştır.

Danimarkalı öncü bilim insanı Nicolaus Steno (1638-1686) din ve bilim arasındaki mücadelenin ortasında kalmıştı. Anatomi uzmanı olarak isim yapan Steno'ya Kuzey İtalya'da bir sahil kentinde yakalanan devasa bir köpekbalığının kafası tasnif ve analiz için gönderilmişti. Köpekbalığının dişlerinin kaya katmanlarında gömülü taşa benzer nesnelere benzediğini fark etti ve fosillerin kayaların katmanlarında muhafaza edilmiş uzun zaman önce yaşamış canlı organizmaların kalıntıları olduğunu öne sürdü. Robert Hooke da dahil olmak üzere diğer bilim insanları da aynı sonuca varmıştı; ancak Steno daha ileri gitti. Birçok katmanın tortullaşmanın sonucu olduğunu ve farklı katmanlarda muhafaza edilmiş fosiller üzerinde yapılacak bir çalışmanın Dünya'da gerçekleşmiş jeolojik olayların kronolojik tarihini ortaya çıkaracağını söyledi. Bu devrim niteliğinde bir fikirdi, tıpkı dağların Dünya'nın kabuğundaki değişimler sonucunda oluştuğu fikri gibi (daha önceleri ağaçlar gibi topraktan çıkıp büyüyen yapılar oldukları sanılıyordu).

Steno önemli bir adım atmıştı; ancak İncil kaynaklı ve kabul edilmiş görüşü (buna göre Dünya 6.000 yaşındaydı) benimsemeyi seçerek Dünya'nın jeolojik yaşını eksik tahmin etti.

Sonunda bilimi bırakarak papazlıkla ilgilenecekti.

Modern Jeolojinin Kurucusu: James Hutton

On sekizinci yüzyıl jeoloğu James Hutton'ın en büyük başı-
rısı, Dünya'nın İncil bilginlerinin söylediği gibi 6.000 yaşında
değil, çok daha yaşlı olduğunu kanıtlamasıydı. Görüşü,
Charles Darwin'in evrim kuramı oluşturulurken çok etkili
olacaktı. Ancak Hutton Dünya'nın gerçek yaşını söyleyemedi;
çünkü bu, doğadaki radyoaktif elementlerin çürüme hızını
bilmeyi gerektiriyordu ve o dönemde radyoaktivite bilinmi-
yordu.

Hutton fikirlerini ilk olarak 1780'lerde Edinburgh
Kraliyet Cemiyeti'ne sundu ve sonunda önemli çalışması
Dünya Teorisi adlı kitabı ölmeden iki yıl önce, 1795'te yayımla-
dı. Daha önce yerbilimlerine ilgi olmuştı; ancak jeoloji ayrı
bir bilim dalı olarak pek tanınmıyordu.

Hutton, Dünya'nın sürekli devam eden bir yenilenme
yaşadığını iddia etti ve toprak erozyonunu deniz tabanında
aşınmış maddenin tortullaşmasının takip ettiği jeolojik bir
döngü oluşturdu. Bahsi geçen tortullaşmış parçacıklar sağ-
lamlaşarak tortul kaya haline gelecek ve bu, yeni topraklar
oluşturacak, ardından tekrar aşınacaktı; bu süreç tekrar tekrar
yaşanacaktı.

Hutton 1787'de bu sürecin kanıtını, günümüzde

“Hutton’ın uyuşmazlığı” olarak bilinen Inchbonny, Jedburgh’daki tortul kayalarda gözlemledi. Bir sonraki yıl benzer kanıtları İskoç sınırındaki Siccar Point, Berwickshire’da da gördü.

Geniş alanlarda, çeşitli kaya oluşumları üzerinde yaptığı araştırmalardan sonra jeolojik döngünün geçmişte birçok kez tekrarlanmış olabileceği için son derece yavaş bir süreç olduğu sonucuna vardı. Aynı şekilde, bu döngü sürecinin bir gün biteceğiyle ilgili hiçbir kanıt bulamadı, dolayısıyla süresiz olarak devam edeceğini varsaydı.

Hutton’ın çok uzun zaman dilimleri boyunca birbirinin aynı süreçlerin (günümüzde Dünya’nın kabuğunun niteliklerinin sorumlusu bunlardır) gerçekleşmesi fikri gelecekte de devam edecektir. Tüm jeolojik değişimler, jeolojiin temel kavramlarından biri olan “tekdüzelikçilik”le ifade edilmektedir.



James Hutton (1726-1797)

James Hutton’ın babası, o daha çok küçükken ölen bir Edinburgh tüccarıydı. Kısa bir süre bir avukatın stajyeri olarak çalışan genç Hutton, kimyaya olan ilgisinin peşinden gitmeye karar verdi ve bu onu Edinburgh Üniversitesi’nde tıp eğitimi almaya, ardından Fransa ve Hollanda’da araştırma yapmaya kadar götürdü.

Ancak tıbbı bıraktı ve aile çiftliğine geri döndü, bir arkadaşıyla beraber kömür kurumundan nışadır (fırın ürünlerine gevreklik vermeye yarar ve o dönemde popülerdi) üretip satarak İngiltere, Fransa, Belçika ve Hollanda’da birkaç jeoloji seyahati yapmaya yetecek kadar para birik-

tirdi, ardından 1760’larda İskoç Aydınlanması’nın geliştiği dönemde Edinburgh’a yerleşti. Ekonomist Adam Smith (1723-1790), filozof David Hume (1711-1776), kimyager Joseph Black (1728-1799) ve Hutton’ın gelecekteki yaşam öyküsü yazarı bilim insanı John Playfair’in (1748-1819) de bulunduğu sosyal çevrelere girdi. Hutton, Smith ve Black, her hafta bilimsel olayları konuşmak için toplanan Oyster Club’ı kurdu. Hutton aynı zamanda 1783’te kurulan Edinburgh Kraliyet Cemiyeti’nin kurucu üyelerinden biriydi.

Bu çevreden etkilenen, Edinburgh ve çevresinde tanık olduğu dikkat çekici fiziksel olaylardan ilham alan Hutton *Dünya Teorisi* kitabı üzerinde çalışmaya başladı.



Meteoroloji Bilimi: John Dalton

On sekizinci yüzyılda hava durumu hâlâ eski mitolojik kuramlarla açıklanıyordu. Atmosferi inceleyen hava gözlemcileri ya da meteorologlar genellikle hava durumunu düzenleyen bilimsel olayları pek anlamayan ve sistematik bir yaklaşımı bulunmayan amatörlerdi. İngiliz kimyager ve fizikçi John Dalton bu tavrı geniş çapta değiştiren ve meteorolojiyi ciddi bilimsel bir aktivite haline getiren kişidir.

Dalton yirmi bir yaşındayken gözlemlediği ve yaşadığı hava durumunun kaydını tutmaya başladı ve bu alışkanlığı tüm yaşamı boyunca devam ettirdi; hava değişimlerini anlamaya çalışarak pek çok hava gözlemcisini geride bıraktı.

1793’te rüzgâr hızı ve hava basıncına ilişkin kayıtlarını

Meteorological Observations and Essays'de (Meteorolojik Gözlemler ve Makaleler) yayımladı; kayıtları aynı zamanda bazı hava olaylarını atmosferdeki gazların farklı tepkimelelerini tartışarak açıklamaya çalışıyordu. Bu, onu kimya dalında bir öncüye dönüştürecek olan atom kuramı fikrinin tohumlarını attı.

Dalton, daha sonra atmosferin yapısı üzerine yapılan meteorolojik çalışmalardan suyun buharlaştıktan sonra havada bağımsız bir gaz olarak kaldığı çıkarımında bulundu. Hava ve suyun nasıl aynı anda aynı alanı kaplayabildiği muamması onu başka kimyasal bir dönüm noktasına, atom ağırlığına götürdü.

Dalton aynı zamanda Kuzeybatı İngiltere'deki Lake District'in dağlarının yüksekliği konusunda uzman oldu; o günlerde yüksek yerlerde sıcaklığı ve hava basıncını ölçmenin tek yolu tırmanıp yüksekliği bir barometreyle tahmin etmektir. Günümüzde hava gözlem balonları, dronelar ve uçaklar sayesinde, meteorologların çok kaslı olması gerekmiyor.

Paleozoik Çağ'ı Araştırmak: Roderick Impey Murchison

James Hutton'ın Dünya'nın yaşına ilişkin keşiflerinden birkaç yıl sonra başka İskoç bir jeolog olan Sir Roderick Impey Murchison (1792-1871) cesur jeolojik keşif gezileri ve Silurian sistemi ya da jeolojik çağları keşfiyle ün kazanmıştır.

Murchison, babasının ölümünden sonra dört yaşındayken İngiltere'ye taşınan, yayla sahibi İskoç bir aileden geliyordu. Genç Murchison harp okuluna gitti ve kısa bir süre Yarımada Savaşı'nda görev yaptı, ardından da kari-

yeri boyunca onun cesaret ve ilham kaynağı olan Charlotte Hugonin'le evlendi. Çift, Avrupa'yı gezdi ve Londra'ya taşındılar, burada Murchison Kraliyet Enstitüsü'nde derslere girip Charles Darwin, Charles Lyell (1797-1875) ve Adam Sedgwick (1785-1873) de dahil olmak üzere dönemin ünlü bilim insanlarıyla dostluk kurdu.

Sonraki yirmi yıl boyunca Murchison ailesi neredeyse her yaz Britanya, Fransa ve Alplerde jeolojik keşiflere başladı, Charlotte fosil avcısı ve jeolog görevini üstleniyordu.

Murchison 1839'da en önemli çalışması olan "Siluran Sistemi"ni hazırladı, araştırmasını Güney Galler'de, "gri kumtaşları" ya da eski dam taşları üzerine yaptı ve "kızıl kumtaşı" kaya dizisini ve Paleozoik Çağ'ın (Paleozoik, "antik yaşam dönemi" anlamına geliyor) başlarındaki tarihlemeyi vurguladı.

Pek çok jeolog, söz konusu kumtaşlarının çok az fosil barındırdığını düşünüyordu; ancak Murchison onların, dünyanın ilk canlı formlarının keşfi konusunda kilit bir role sahip olabileceğine inanıyordu. Bu katmanı, bölgede yaşayan Silur kabilesinin adını vererek "Silurian" olarak adlandırdı ve dünyada yaşam tarihinin çok önemli bir dönemini belirttiğini anladı.

	Çağ	Dönem	Milyon yıl önce
Faneozoik zaman	Senozoyik	Dördüncü	5.3
		Üçüncü	66.4
	Mezozoik	Kretase	
		Jura	
		Trias	250
	Paleozoik (antik yaşam)	Permiyen	
		Üst Karbonifer	320
		Karbonifer	
		Devonyen	419
		Silüryen	
		Ordovisyen	
		Kambriyen	570
	Kambriyen öncesi		4600

Dünya, yaklaşık 4,6 milyar yıl önce oluştu. Jeologlar bu 4,6 milyar yılı fosil kalıntılarına göre yaşamın evrimindeki büyük değişimlere dayanarak zamanlar, çağlar ve dönemlere böldü. Jeolojik çağlar arasındaki sınırlar, kitlesel yok oluşları gösterir.

Silüryen dönemin yaklaşık 444 milyon yıl önce başladığı düşünülüyor. Bu dönemde ayırt edici olarak omurgalı hayvan ve bitkilere nazaran pek çok omurgasız hayvanın bulunduğu hayvan yaşamı vardı.

Murchison, Sedgwick'le beraber Güneybatı İngiltere'deki Devon'da ve Almanya'daki Rhineland'de Devonyen sistemi kurdu. Silüryen dönem gibi Devonyen dönem de Paleozoik Çağ'a bir araydı. Devonyen dönem yaklaşık olarak 419 milyon yıl önce, Silüryen dönemden 25 milyon yıl sonra başladı.

Bazen kızıl kumtaşındaki ötürü “Kızıl Çağ”, ya da kızıl kumtaşındaki bulunan balık fosillerinin gösterdiğine göre Devonyen denizlerinde gelişen binlerce balık türleriyle ünlü olduğu için “Balık Çağı” da deniyor. Bu, aynı zamanda balıkların evrim geçirerek ilk kez ayaklara sahip olduğu ve karada yürüdükleri, karanın ormanlarla kaplanmaya başladığı dönemdi.

Bu keşif bir anlaşmazlıktan doğdu. Murchison, jeolog Henry De la Beche’e (1796-1855) karşı Silüryen sistemin altında kömür olamayacağını, çünkü alttaki katmanın Silüryen’den daha eski olması gerektiğini ve kömürün daha genç kayalarla bağlantılı olduğunu savunuyordu. Murchison’ın haklı olduğu ispatlandı, söz konusu kayalar Silüryen öncesi döneme ait değil, Devonyen sistemden daha sonraki bir döneme aitti.

1840-1841 yıllarında Rusya’ya Édouard de Verneuil (1805-1873) ve Kont Alexander von Keyserling’le (1815-1891) beraber gerçekleştirdiği keşif gezisinden sonra Murchison, Permian sistemi tanımladı; adı Perm bölgesindeki (Ural Dağları yakınında bir yer), günümüzden 250 ila 290 milyon yıl öncesinde var olduğu düşünülen katmandan geliyordu.

Ammonitler: Lewis Hunton

Lewis Hunton (1814-1838) İngiltere’nin kayalık kuzeydoğu sahilinde doğup büyüdü. Kronolojik sıralamaya (jeolojik ardılık) göre muhafaza edilen kaya katmanları ya da tabaka serilerinin her katmanda saklanan fosilleri analiz ederek alt bölümlere ayırıp ilişkilendirilebileceği fikrinin gelişimine katkı sağladı. Günümüzde biyostratigrafi olarak

bilinen bu analiz modern jeolojinin temel konularından biri haline gelmiştir.

Hunton'un babası sahillerdeki yüksek falezlerden çıkarılan tortulu şistten yapılan ve tekstilde renkleri düzenlemek için kullanılan şapı üreten Loftus Alum Works'te çalışıyordu. Şüphesiz bu çevre genç Hunton'ı etkiledi; Londra'da jeoloji ve fosil zoolojisi eğitimi aldı ve Charles Lyell (1797-1875) dahil olmak üzere ünlü bilim insanlarıyla tanıştı.

Hunton'un Londra Jeoloji Cemiyeti'ne 1836'da sunulan ilk makalesinin saha çalışması Kuzeydoğu Yorkshire'da gerçekleşti. Belirli fosil türlerinin, özellikle de bölgenin Jura Dönemi'ne ait kayalarında bolca bulunan ammonitlerin (soyu tükenmiş yumuşakçaların fosil kalıntıları) falez kayalarının yalnızca sınırlı dik bölümlerinde görüldüğü, bazen yalnızca birkaç santimetre kalınlığında olduğu fikrine kanıtlar buldu. Bu Hunton'un şu sonuca varmasını sağladı: "Ammonitler katmanların alt bölümlerinin en güzel örneğini bize gösteriyor; tüm *Lias genera* içinde dış şartlarda gerçekleşecek bir değişime uymakta en başarısız türmüş gibi görünüyorlar."

Hunton aynı zamanda kazılarında 5 metre uzunluğunda Jura Dönemi'ne ait geniş bir deniz sürüngeyi ya da ihtiyozor buldu; günümüzde Whitby Müzesi'nde görülebiliyor.

Ne yazık ki Hunton'un gelecek vaat eden bilim kariyeri, tüberküloza yakalanıp yirmi üç yaşında ölünce yarıda kesilmiş oldu.

Mineral Sınıflandırması:

James Dwight Dana

Jeolog, mineralog ve zoolog olan Amerikalı James Dwight Dana 1838-1842 yılları arasında gerçekleşen Birleşik Devletler

keşif seferinde hayati bir rol oynadı. Bu Güney Pasifik'te gerçekleştirilen jeolojik keşif seferinde dağ yapısı, volkanik adalar, mercanlar ve eklem bacaklı kabuklular hakkında çok fazla bilgi topladı.

Gözlemleri Charles Darwin'in mercanadalarının, okyanus adalarının batmasının ardından sığ sulardaki mercanların artmasının sonucu olduğunu belirten kuramını destekler nitelikteydi. Görüşleri, diğer doğabilimcilerin mercanadalarının plankton birikintileri yüzünden denizaltı dağlarının yükseldiği yerlerde yetiştiği fikrine karşı çıkıyordu ve bu bilimsel bir tartışmaya yol açtı. Dana ve Darwin'in kuramı, 1951'de okyanus tabanı sondajından sağlanan kanıtlarla doğrulanıyordu.

Dana'nın keşif seferinin bulguları üzerine yazdığı raporlar bilim dünyasında ABD'nin konumunun yükselmesini sağladı, örnekler ve derlemeler de ülkenin ilk ulusal müzesini oluşturdu.

Ancak Dana'nın önemli katkısı mineraller için bir sınıflandırma sistemi oluşturmasıydı. Yöntemi, İsveçli botanikçi Carolus Linnaeus'ın bitki ve organizmaları cins ve türlerine göre düzenlediği sınıflandırmasına benzerdi. Dana bunu minerallerin kimyasal bileşimlerine (örneğin silikatlar, sülfatlar ya da oksitler, ardından mineralin yapısı) göre düzenledikleri devrim niteliğinde bir sınıflandırma oluşturmak için benimsedi. Dana'nın hiyerarşisinde dört katman vardı: Sınıf (çoğunlukla bileşime dayalı), tür (genellikle atomik özelliklerine göre), grup (yapıya dayalı) ve son olarak mineral türleri.

Bu sınıflandırma sistemi mineral biliminde kaydedilen büyük bir aşamaydı, günümüzde de evrensel olarak kabul görüyor. Keşfedilen yeni minerallerin sisteme, ilgili sınıf ve türe dahil edilebilmesi yeterince uyumlu olduğunu gösteriyor.



James Dwight Dana (1813-1895)

James Dwight Dana Yale Koleji'ne (günümüzde üniversitedir) 1830'da girdi. Buradaki öğretmenlerinden biri ünlü mineralog ve *American Journal of Science*'in (Amerika Bilim Dergisi) kurucusu Benjamin Silliman'dı (1779-1864). Dana daha sonra Silliman'ın kızı Henrietta'yla evlenecekti.

Mezun olduktan sonra ilk önemli görevi Akdeniz'e giden bir askeri gemide matematik öğretmenliği idi. Orada Vezüv Yanardağı'nın patlamasını gözlemledi, bu ona daha sonra Güney Pasifik'te gözlemlediği volkanik aktivitelerle karşılaştırma yapma imkânı sağladı.

Dana, 1836'da Yale'e Silliman'ın asistanı olarak döndü. Birleşik Devletler keşif seferine çıkmadan iki yıl önce, yalnızca yirmi dört yaşındayken "Bir Mineraloji Sistemi"nde mineral sınıflandırmasını yayımladı. Ardından bulgularını yazmak için on yılını harcadı ve hâlâ önemli bir kaynak kitap olan *Mineraloji El Kitabı*'nı 1848'de yayımladı.

Çok dindar olan Dana, başta Darwin'in evrim kuramına karşı çıktı ancak daha sonra bunun ilahi tasarımın bir parçası olduğunu kabul etti.

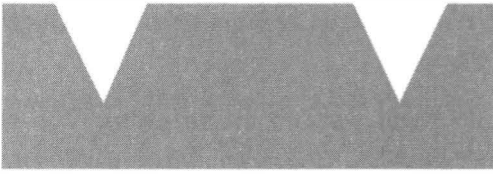


Yüzey Şekillerinin Oluşumu: William Morris Davis

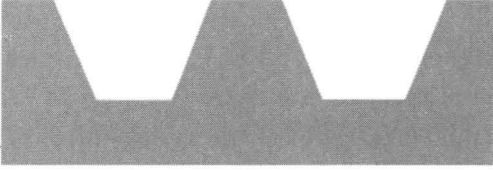
Jeoloji ya da yüzey şekilleri araştırmaları, William Morris Davis adlı Amerikalı coğrafyacı, jeolog ve meteorologla başladı.

Philadelphia'lı Protestan bir ailenin oğlu olan William Morris Davis (1850-1934) mühendislik yüksek lisansını Harvard Üniversitesi'nde 1870 yılında tamamladı. O dönemde yeryüzünün nasıl evrim geçirdiği ve karakteristik görünümünün nasıl geliştiği pek anlaşılmıyordu. "Aşınım dönemi"ni tanımlamasıyla Davis bunu değiştirecekti. Araştırmaları ve aktif desteğiyle coğrafyanın kendi içinde bir uzmanlık alanı olmasına yardımcı oldu.

Davis'ten önceki kuşaklar bir yüzey şeklinin biçiminin tamamen yapısı tarafından belirlendiğine ya da devasa tufan sonrasında oluştuğuna inanıyordu. Charles Darwin'in evrim kuramından etkilenen Davis yeryüzü şekillerinin gelişim ya da evrimi için Darwin'in sistemine benzer bir sistem tasarladı. 1889'da National Geographic'te yayımlanan "The Rivers and Valleys of Pennsylvania"da (Pennsylvania'nın Nehir ve Vadileri) yeryüzünün, önce dağların yüksek kara parçalarından oluştuğu, ardından zamanla aşınarak V şeklinde vadi haline dönüştükleri uzun, yavaş bir döngüden geçtiği kuramını oluşturdu. Kara daha da değiştiğinde vadiler daha geniş hale geliyor ve yuvarlak tepeler ortaya çıkıyordu.



Gençlik Dönemi: Genç bir ova V şeklindeki derin vadilere ayrılıyor.



Yaşlılık Dönemi: Erozyon geriye kalan tepeleri düzleştiren geniş vadiler ortaya çıkardı.



Olgunluk Dönemi: Yeryüzünün taşkın ovalara sahip yüksek bayırları ve maksimum rölyefi var.

William Morris Davis'in döngüsel erozyon aşamaları

Davis bir yüzey şeklinin evriminde üç değişken tanımladı. Bunlar, yapı (kayanın şekli, erozyona ve hava etkisiyle aşınmaya karşı olan direnci), süreç (hava etkisiyle aşınma, erozyon, su etkisiyle tortullaşma gibi hareketler), aşama (gençlik, olgunluk ve yaşlılık) idi. Sonuncusu erozyon sürecinin ne kadar süredir devam ettiğine işaret ediyordu.

Günümüzde basit olarak nitelendirilmesine rağmen Davis'in yeryüzünün evrimine ilişkin fikirleri yeryüzü şekillerini kavrayışta yeni bir dönem başlattı.

Öncü Kadın Jeolog: Florence Bascom

Birleşik Devletler'deki ilk profesyonel kadın jeolog olan Florence Bascom, kadınlar için hem bilimde hem de akademik çevrede gerçek bir öncüydü. İki önemli başarısı vardı: Pennsylvania'daki Piedmont bölgesinde kristalleşme sonucu oluşan kayalar konusunda uzmandı ve onun altında çalışmaya başlayan ve yolunu izleyen yeni bir kadın jeolog nesli için ilham kaynağıydı.

Florence Bascom, ebeveynleri kadın hakları destekçisi olduğu için şanslıydı; ancak 1887'de Wisconsin Üniversitesi'nde jeoloji yüksek lisansını bitirdiğinde karma eğitime karşı çıkan bir öğretim görevlisine rastladı. Okulu bıraktı, ancak ABD'de kadınlar için fırsatlar yavaş yavaş ortaya çıkıyordu, kısa bir süre sonra günümüzün kayalarının nasıl oluştuğunu inceleyen bilim dalı olan petroloji eğitimi almak üzere Baltimore, Maryland'deki Johns Hopkins Üniversitesi'ne gitti.

Bascom 1896'da Birleşik Devletler Jeoloji Araştırmaları'na jeoloji asistanı olarak atandı, böyle bir göreve sahip olan ilk kadındı. Maryland, Pennsylvania'daki Orta Atlantik Piedmont bölgesi ile Delaware ve New Jersey'nin bazı bölgelerinde görev aldı. Bu bölgede uzmanlaştı. Yaz aylarında kayalardan ince bölümler alarak kaya oluşumlarını haritalandırdı ve kış mevsimlerinde bu mikroskobik parçaları analiz etti. Bölgenin karmaşık, yüksek derecede başkalaşmış billuri kayaları hakkında bilgi sahibi oldu ve bulguları Birleşik Devletler Jeolojik Araştırmaları'nın pek çok kitap ve bülteninde yayımlandı. 1909'da terfi ederek jeolog oldu.

Yayınları ona geniş çapta tanınma ve saygınlık getirdi, bölgedeki kaya oluşumlarını haritalandırma çalışmaları gelecekteki pek çok çalışmanın temeli oldu.

Florence Bascom (1862-1945)

Florence Bascom hem jeolojide hem de yükseköğrenimde kadınlar için bir rol model oldu. 1898'de Pennsylvania'daki Bryn Mawr College'a okutman olarak atandı ve 1906'da profesör olarak enstitüye uluslararası alanda itibar kazandırdı. Tüm genç kadın jeologlar için bir akıl hocası oldu; bunlardan üçü onun izinden giderek Birleşik Devletler Jeoloji Araştırmaları'na katıldı.

Bascom'ın izlediği yol her zaman kolay değildi. Johns Hopkins Üniversitesi'nde doktorasını yaparken erkek öğrenciler bir kadınla beraber eğitim aldıklarını bilmesinler diye bir paravanın arkasında oturmak zorunda kalmıştı. Mezuniyette bile diploması "özel izin"le verildi. Johns Hopkins ancak 1907 yılında resmi olarak kadınları okula kabul etti.

Bascom'ın sevdiği bir konu, normal öğrenci olarak kaydolmadığı için laboratuvar harcı dışında okul ücreti ödemek zorunda kalmamasıydı.

Kıtasal Kayma: Alfred Wegener

Alman jeofizikçi ve meteorolog Alfred Wegener kıtasal kayma kuramını öne sürdüğünde çağının ilerisinde olduğunu göstermişti.

Wegener'in ilk çalışma alanı gökbilimdi; ancak 1906'dan itibaren klimatoloji çalışmaları için birkaç Grönland keşif sefe-

rine katıldı ve paleoklimatolojiye ilgisi giderek arttı. Kıtasal kayma fikri 1910'da, Atlantik Okyanusu'nun her iki tarafındaki ülkelerin kıyı şeritlerinde, özellikle de Güney Amerika ve Afrika'da şekil olarak uyuşma gözlemlendiğinde doğmuştu. Başlangıçta Dünya'da tek bir kıta, Pangaea olarak adlandırdığı bir "süperkıta" olduğunu, ardından yaklaşık 250 milyon yıl önce Paleozoik Çağ'ın son dönemlerinde bu kıtanın parçalara ayrıldığını öne sürdü. Zaman içinde, parçalar birbirinden yavaş yavaş uzaklaşmıştı ve Wegener bu duruma kıtasal yer değiştirme adını verdi.

Diğer bilim insanları Amerika ve Afrika kıtalarının bir zamanlar birleşik olup olmadığını değerlendirdi; ancak süperkıtanın o parçalarının Atlas Okyanusu ve Hint Okyanusu'nu oluşturmak için çöktüğünü düşündü. Bu iki kıtadaki pek çok fosil, hayvan ve bitkilerin çok benzer olması durumunu açıklamaya çalışan başka bir kuram da geçmişte Brezilya ve Afrika'yı birbirine bağlayan bir kara köprüsü olduğunu söylüyordu.

Wegener'ın kıtasal kayma fikri kara şekli ve canlılar arasındaki benzerlikleri tatmin edici bir şekilde açıklıyordu; ancak bunun nasıl gerçekleştiğine ilişkin yeterli düzeyde bir açıklama oluşturamadığı için tartışmalıydı. Bunun sonucu olarak 1928'de gerçekleşen uluslararası bir jeoloji konferansında kuram oylama sonucunda reddedildi ve 1950'lere kadar gündemden çıktı. Ardından gelişmekte olan paleomanyetizma dalı (Dünya'nın değişen manyetik alanlarını inceleyen dal) ve levha tektoniğindeki ilerlemeler Wegener'ın iddia ettiği gibi "kıtalar yer değiştirmiş olmalı" fikrine işaret etti.

Alfred Wegener (1880-1930)

Berlin’de dünyaya gelen Alfred Wegener doktora-sını burada tamamladı ve 1905’te Prusya Kraliyet Havacılık Rasathanesi’nde çalışmaya başladı; burada yukarı atmosferi incelemek için ilk kez uçurtma ve balon kullandı. Bir sonraki yıl o ve kardeşi Kurt’la birlikte uluslararası bir dünya rekoru kırıp elli iki saat boyunca havada kalarak bir sıcak hava balonu yarışma-sını kazandı.

Grönland’a yaptığı keşif seferlerinde iklim araştır-maları için yine balon kullandı. Birinci Dünya Savaşı sırasında subay olarak görev yaptı; ancak iki kez yara-landığı için uzun süre hastalık izni kullandı. Daha sonra Marburg ve Hamburg’da meteoroloji öğretmenliği yaptı ve 1924 yılında meteoroloji ve jeofizik profesörü oldu.

1930’da, elliinci doğum günü ve dördüncü Grönland keşif seferi sırasında rutin bir ikmal kont-rolüne gelmedi. Donmuş cesedi sonradan bulundu ve ölüm nedeni kalp yetmezliği olarak belirlendi.

Yeni Teknoloji ve İklim Değişikliği

Pilotsuz uçaklardan gelen uydu görüntüleri ve kayıtları, hem jeoloji hem de meteoroloji alanlarına yalnızca on yıl önce bilim insanların asla hayal edemedikleri bakış açıları sağla-yarak onları önemli derecede etkiliyor.

Günümüzde jeolojik özellikler genellikle bütününde görülebiliyor, hatta fay hatları ve levha tektoniklerinden dolayı gerçekleşen değişimler sismologların deprem öngörülerinin doğru olabilmesini sağlıyor. Uydu görüntüleri aynı zamanda petrol ve gaz keşifleri için uygun maliyetli bir yöntem.

Meteorologlar yer yörüngeli uyduları kullanarak hava modellerinin daha geniş alanlardaki gelişimlerini görebiliyor, gezegenimiz ve iklimi hakkında küresel boyutta bilgi toplatabiliyor. Uzun yıllar içinde veriler iklim değişikliği belirtilerini ortaya çıkarabiliyor.

Pek çok iklimbilimci hiç görülmemiş bir oranda artan küresel ısınma eğiliminin insan kaynaklı olduğuna, ormanları tahrip etme, fosil yakıtları yakma ve suni gübre kullanma gibi eylemler dolayısıyla gerçekleştiğine inanıyor. Atmosferimizdeki artmış seviyedeki karbondioksit ve diğer “sera gazları”, Dünya’nın yüzeyinden yayılan sıcaklığı emip Dünya’yı ısıtmak için geri göndererek bir tür termal örtü gibi davranıyor. Karbondioksit seviyeleri Sanayi Devrimi’nden itibaren üçte bir oranında arttı.

İklim değişikliği kanıtları arasında deniz seviyelerinin yükselmesi, küresel ısı derecesinin artması, okyanusların ısınması, buz tabakalarının küçülmesi ve ağır hava koşulları yer alıyor.

İklimbilimciler arasındaki genel fikir birliği bize, iklim değişikliğinin gerçekleşmekte olduğunu ve jeolojik kanıtların iklim değişikliğinin bir yüzyıl, hatta yirmi-otuz yıl içinde oldukça hızlı bir şekilde gerçekleşebileceğini gösterdiğini söylüyor.

Dizin

A

- Adler, Alfred 183
Agricola, Georgius 190, 191
Alfonsine Tabloları 26
Altman, Sidney 153, 154
Amip 139
Ampère, André-Marie 84
Antibiyotik 177
Aristo 15, 16, 17, 18, 78, 83,
108, 114, 132, 133, 145,
188
Arithmetica (Diophantus) 73
Aritmetik Araştırmalar (Gauss)
68
Arşimet 52, 53, 54
Arşimet'in savaş makineleri 54
Aryabhata 56
Aşı 181
Avogadro, Amedeo 83
Ay 13, 16, 17, 24, 26, 28, 29, 30,
32, 37
Ay tutulması 28

B

- Babbage, Charles 74
Bacon, Francis 110
Bacon, Roger 9
Bascom, Florence 205, 206
Basil 171
Başlangıç Meridyeni 30
Batlamyus 13, 20, 21, 22, 23,
24, 31, 32
Becquerel, Henri 90, 91
Bell, Susan Jocelyn 48
Berg, Paul 152, 153

- Berners-Lee, Tim 74, 75
Berzelius, Jons Jacob 115, 117,
118
Betelgeuse 45
Bilgisayar 71
Birinci Dünya Savaşı 91, 116,
179, 208
Bitki fizyolojisi 94
Bohr, Aage 98
Bohr, Niels 96, 97, 98
Boltzmann, Ludwig 122
Bose, Jagadis Chandra 94, 95
Bose, Satyendra Nath 98
Bose-Einstein istatistiği 99
Boyle, Robert 110
Brahe, Tycho 36
Broglie, Louis de 101
Bruno, Giordano 38
Bunsen, Robert Wilhelm 118,
119, 121
Büyük Hadron Çarpıştırıcısı
105
Büyük İskender 17, 18

C

- Carson, Rachel 154, 155, 156
Cassini, Giovanni 39
Caton, Richard 174
Cech, Thomas 154
Celsius, Olof 136
CERN 74, 101, 105
Cesalpino, Andrea 136
Chain, Ernst 177
Chandra (Subrahmanyam
Chandrasekhar) 46, 47,
94, 95

Charcot, Jean-Martin 183
Cohn, Ferdinand 143, 144
Cook, Captain James 30, 136
Corey, Elias James 128, 129
Crick, Francis 150
Curie, Marie 90, 91, 92
Curie, Pierre 90, 91

Ç

Çevre kirliliği 156
Çiçek hastalığı 163
Çin 14, 15, 23, 25, 45, 55, 108,
157, 189

D

da Vinci, Leonardo 78, 162
Dalga mekaniği 102
Dalton, John 83, 114, 115, 195,
196
Dana, James Dwight 200, 201,
202
Darwin, Charles 132, 141, 142,
143, 193, 197, 201, 202,
203
Davis, William Morris 203, 204
Davy, Humphry 82, 85, 113
De la Beche, Henry 199
de Lamarck, Chevalier 145
Demokritos 114
De Natura Fossilium (Agricola)
190
De Re Metallica (Agricola) 190
Descartes, René 58, 59, 60, 61,
63, 174
Din 38
Diophantus 61, 73
DNA (deoksiribonükleik asit)
127, 150, 151, 152, 153,

154

Doğa Felsefesinin Matematik-
sel İlkeleri (Principia)
(Newton) 40, 65, 67, 78
Doğal seçim 141
Dumas, Jean-Baptiste 117, 118
Dünya merkezli kuram 16
Dünya Teorisi (Hutton) 193,
195

E

Eddington, Arthur 41
Edinburgh Kraliyet Cemiyeti
193, 195
Edison, Thomas 10
Einstein, Albert 40, 41, 42, 86,
92, 93, 98, 99, 103
Ekinoksların devinimi 19
Elektrik 80, 81, 86, 113
 $E = mc^2$ 93

F

Faraday, Michael 85, 118
Femtokimya 129
Fermat, Pierre de 59, 61, 62,
73, 74
Fermi, Enrico 103, 104
fermion 99
Feynman, Richard 103
Fibonacci 57, 58
Fibonacci Dizisi 57, 58
Fischer, Emil 123, 128
Fleming, Alexander 177, 178,
179
Florey, Howard 177
Franklin, Benjamin 80
Franklin, Rosalind 150
Fransız Devrimi 112

Freud, Sigmund 182, 183, 184

G

galaksi sınıflandırması 1936
42, 43

Galen 160, 161, 162

Galton, Francis 142

Galvani, Luigi 81

Gan De 14, 15

Gauss, Carl Friedrich 68, 69, 84

Gay-Lussac, Joseph Louis 115

Genom 151

Geometri 62

Geometrinin Elementleri (Ök-
lid) 51

Gesner, Konrad von 136

Gibbs, Josiah Willard 87, 121,
122, 125

Goethe, Johann Wolfgang von
31

Golgi, Camillo 175

Guericke, Otto von 110

gübre 209

Güneş 13, 14, 16, 17, 19, 20, 21,
24, 26, 27, 30, 31, 32, 33,
34, 35, 37, 38, 39, 40, 41,
42, 46, 70

Güneş merkezli kuram 32

Güneş tabloları 27

Güneş tutulması 40

H

Haber, Fritz 116

Hahn, Otto 104

Halley, Edmond 40

Harrison, John 29, 30

Hawking, Stephen 49, 50

Hawking Işını 49

Heisenberg, Werner 99, 100,
101

Hertwig, Oscar 138, 140

Hertz, Heinrich 87

Heterojen Maddelerin Dengesi
Üzerine (Gibbs) 122

Higgs, Peter 104, 105

Higgs bozonu 104

Hindistan 23, 46, 55, 56, 95,
114, 157, 164, 167

Hiper Metin Aktarma Protoko-
lü (HTTP) 75

Hiper Metin İşaretleme Dili
(HTML) 75

Hipokrat 159, 160, 161, 163

Historia Naturalis (Yaşlı Plini-
us) 190

Homer 158

Hooke, Robert 135, 192

Hoover, Herbert ve Lou 190

Hubble, Edwin 41, 42, 43, 44

Humboldt, Alexander von 84

Hunton 199, 200

Hutton 142, 187, 189, 193, 194,
195, 196

Huygens, Christiaan 39

Hypatia 108, 109

I

II. Filip 17

Işık hızı 93

İ

İbn-i Heysem 9

İbn-i Sina 164, 165, 166

İkili Aritmetiğin Açıklaması
(Leibniz) 65

İkili sayı sistemi 65

İkinci Dünya Savaşı 72, 97, 100,
103, 104, 179
İklim değişikliği 209
İnsan Genom Projesi 151
İnternet 74
İsveç Kralı II. Oscar 70

J

Jansencilik 64
Jenner, Edward 168, 169, 170
Jeolojinin İlkeleri (Lyell) 142
Jesty, Benjamin 169
Jung, Carl 183
Jüpiter 13, 14, 15, 16, 17, 32, 37

K

Kalkülüs 64, 65, 66
Karanlık madde 14
Kayalar Üzerine (Theophrastus)
188
Kepler, Johannes 33, 34, 35, 36
Kıtasa kayma 207
Koch, Robert 144, 171, 172,
173
Kolomb, Kristof 27, 28
Kraliyet Cemiyeti 67, 134, 135,
193, 195
Krotonlu Alkmaion 159
Kuantum Kuramı 89
Kuşkucu Kimyager (Boyle) 110
Kuzey Yıldızı 24, 25, 27

L

Lavoisier, Antoine-Laurent 111,
112, 113
Leavitt, Henrietta 41
Leeuwenhoek, Antoine van

133, 134, 135, 143, 165,
168

Leibniz, Gottfried Wilhelm von
64, 65, 66
Lemaître, Georges 41
Leukippos 114
Lewis, Gilbert N. 125, 126, 199
Liebig, Justus von 115, 116,
117, 118
Lindemann, Ferdinand von 56
Linnaeus, Carolus 131, 136,
137, 138, 201
Lorenz, Edward 70
Lovelace, Ada 74
Lyell, Charles 142, 197, 200

M

Manhattan Projesi 97, 103, 104
Manyetizma 84
Marconi, Guglielmo 88
Mars 13, 16, 17, 32, 33
Mary the Jewess (Yahudi Mary)
109
Maxwell, James Clerk 86, 87,
122
Mayoz bölünme 140, 147, 148
McClintock, Barbara 148, 149
Meitner, Lise 104
Mendel, Gregor 145, 146, 147,
148, 149
Merkür (gezegen) 13, 16, 17, 32
Meteoroloji 7, 187, 188, 195
Meteorolojik Gözlemler ve Ma-
kaleler (Dalton) 196
Metot Üzerine Konuşma (Des-
cartes) 60
Mısırlı şifacılar 159
Micrographia (Hooke) 135

Miescher, Johannes Friedrich 150
Mikroskop 133
Mineraloji El Kitabı (Dana) 202
Mitoz 139
Molekül 138
Morgan, Thomas Hunt 148, 149
Murchison, Roderick Impey 196, 197, 198, 199

N

n-cisim problemi 70, 71
Newlands, John 120
Newton, Isaac 10, 35, 40, 60, 64, 65, 66, 67, 70, 77, 78, 79, 92, 93, 99, 104
Nötron 44
Nükleotid çiftleri 150

O

Oppenheimer, J. Robert 103
Ørsted, Hans Christian 84
Orta, Garcia de 55, 166, 167, 205
Oyster Club 195

Ö

Öklid 51, 52

P

Pascal, Blaise 61, 62, 63, 64
Pasteur, Louis 171, 172, 173
Pauling, Linus 126, 127, 179, 180
Pavlov, Petrovich 175
Penisilin 177

Penrose, Roger 49
Pensées (B. Pascal) 64
Permiyen sistemi 199
Pert, Candace 176
Pi 54, 55, 56
Pincus, Gregory Goodwin 184
Pisagor teoremi 52, 56
Planck, Max 89, 90, 92, 98
Polaris 19, 25
Priestley, Joseph 111
Protestan 35, 191, 203
Psikanaliz 184

R

Radyoaktivite 90
Ramen, C. V. 46
Ramón y Cajal, Santiago 175
Ramsay, William 124
Rayleigh, Lord 124
Râzî 163, 164
RNA (ribonükleik asit) 153, 154
Roosevelt, Franklin D. 103
Röntgen, Wilhem 88, 89
Rubin, Vera 46
Rutherford, Ernest 91, 96, 97

S

Sabian Tabloları 24
Sabin, Albert 181, 182
Salk, Jonas 181, 182
Satürn 13, 16, 17, 32, 39
Schleiden, Matthias 138
Schrödinger, Erwin 101, 102, 103
Schrödinger'in Kedisi 101
Schur, Max 184
Schwann, Theodor 138

Sedgwick, Adam 197, 198
Sentetik kimya 128
Sessiz Bahar (Carson) 154, 156
Shen Kuo 24, 25, 189
Shi Shen 14, 15
Simya 108, 110
Sinir sistemi 175
Smoluchowski, Marian 92
Sokrates 18
Solander, Daniel 136
Soy gazlar 125
Species Plantarum (Linnaeus)
136
Steno, Nicolaus 192, 193
Süpernovalar 44
Szilard, Leo 103, 104

T

Taylor, Richard 74
Theophrastus 132, 188
Thomson, J. J. 83, 96
Toledo Tabloları 26
Turing, Alan 71, 72, 74
Turing Testi 71

U

Uydu görüntüleri 209

Ü

Üreme hücresi 140

V

Venter, Craig 151
Venüs 13, 16, 17, 32, 37
Vespucci, Amerigo 29, 30
Viète, François 61
Virchow, Rudolf 170

Volta, Alessandro 81, 82, 113
Voltaire 65

W

Wallace, Alfred Russel 142
Watson, James 150, 151
Weber, Wilhelm 84
Wegener, Alfred 206, 207, 208
Wei Pu 25
Wiles, Andrew 73, 74
Wilkins, Maurice 150
Wöhler, Friedrich 115

X

X ışınları 9, 88, 90

Y

Yerçekimi 65
Yunan, antik 9, 13, 15, 17, 18,
20, 23, 51, 52, 53, 61, 73,
78, 83, 107, 108, 109,
114, 132, 158, 159, 160,
163, 167, 184, 188

Z

Zacuto, Abraham 27, 28, 29
Zerkali 26
Zewail, Ahmed H. 129, 130
Zhang Heng 54, 55
Zigot (dölllenmiş yumurta) 140
Zu Chongzhi 54, 55
Zwicky, Fritz 44, 45, 46, 48

